

**Aplicação do Método Analítico Hierárquico na
Definição da Operação Logística
de uma Fábrica de Produtos Químicos**

Pedro Miguel Costa Mendes Eugénio Cardoso

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil da Costa



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2019-07-01

Aos meus pais e avós,

Resumo

O setor logístico tem vindo a assumir uma importância crescente na economia mundial e a gestão eficaz deste setor permite às empresas obter vantagem competitiva sobre os seus competidores.

O projeto descrito no presente relatório foi desenvolvido no departamento de Operações e *Supply Chain* da Sika Portugal – Produtos Construção e Indústria, S.A e tem como objetivo definir qual o melhor cenário de operação logística da empresa. Este projeto decorreu num momento em que a empresa se depara com um aumento constante em termos de volume e diversidade de produtos transacionados ao longo dos últimos anos. Como resultado deste crescimento, surge a necessidade de uma maior quantidade de espaço de armazenagem no armazém de produto acabado da empresa.

De forma a solucionar as dificuldades sentidas, as alternativas indicadas pela Sika a considerar neste projeto são as seguintes: recorrer ao *outsourcing* logístico ou aquisição de um novo armazém e *insourcing* das atividades logísticas. De forma a avaliar as diferentes alternativas possíveis optou-se por seguir o Método Analítico Hierárquico (AHP), que é um método multicritério de apoio à decisão.

Como resultado do método AHP, concluí que seria de optar pela primeira alternativa, a implementação de uma parceria com um operador logístico. Este torna-se responsável pelo armazenamento de parte dos materiais transacionados pela Sika e por todas as operações logísticas associadas a estes produtos.

Application of Analytic Hierarchy Process to the Definition of the Logistic Operations of a Chemical Industry

Abstract

The logistics sector has become increasingly important in the global economy and the effective management of this sector allows companies to gain competitive advantage over their competitors.

The project described in this report was developed in the Operations and Supply Chain department of Sika Portugal - Produtos Construção e Indústria, S.A and aims to define the best future scenario of the company's logistics operation. This project occurred at a time when the company is faced with a constant increase in terms of volume and diversity of products traded over the last years. As a result of this growth, there is a need for a greater amount of storage space in the company's finished product warehouse.

In order to solve the difficulties encountered, the alternatives indicated by Sika to consider in this project are the following: outsourcing the logistic activities of the company or acquisition of a new warehouse and insourcing the logistics activities. In order to evaluate the different possible alternatives, it has been decided to follow the Analytic Hierarchy Process (AHP), which is a multicriteria decision method used to deal with complex decision making.

As a result of the AHP method it is suggested to carry out a partnership with a logistic operator, which becomes responsible for the storage of some materials transacted by Sika and for all logistic operations associated with these products.

Agradecimentos

Ao Engenheiro Ricardo Gomes, orientador na Sika Portugal, pela oportunidade que me concedeu ao integrar este projeto e por todo o auxílio prestado.

À Engenheira Paula Monteiro, pela disponibilidade demonstrada em todos os momentos do projeto.

Ao Professor Eduardo Gil da Costa, orientador desta dissertação, pelos comentários e sugestões de melhoria transmitidos ao longo do projeto.

Aos meus amigos que me acompanharam ao longo de todo o meu percurso académico pelas experiências e momentos de descanso partilhados.

À Maria por todo o apoio e incentivo, nos bons e maus momentos.

À minha família, em especial aos meus pais e avós, que estão presentes desde sempre com o seu apoio incondicional.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação	1
1.2	Apresentação da Empresa.....	1
1.2.1	Sika Group.....	1
1.2.2	Sika Portugal – Produtos de Construção e Indústria S.A.....	2
1.2.3	Departamento de Operações e <i>Supply Chain</i>	3
1.3	Objetivos do projeto	3
1.4	Método seguido no projeto.....	3
1.5	Estrutura da dissertação	4
2	Enquadramento Teórico.....	5
2.1	Logística.....	5
2.1.1	Gestão Logística	5
2.1.2	Dimensões da Logística.....	5
2.2	Gestão da Cadeia de Abastecimento.....	6
2.3	<i>Outsourcing</i> da Logística.....	8
2.3.1	Serviços Prestados pelos Operadores Logísticos	9
2.3.2	Vantagens do <i>Outsourcing</i>	10
2.3.3	Perigos do <i>Outsourcing</i>	10
2.3.4	Seleção do Operador Logístico	11
2.4	Método Hierárquico Analítico	13
2.5	Gestão de Armazéns	16
2.5.1	Vantagens dos Armazéns na Cadeia de Abastecimento	16
2.5.2	Operações em Armazém	17
3	Análise da Situação Atual	19
3.1	Armazém.....	19
3.2	Sistema de Informação	21
3.3	Descrição do Fluxo de Materiais	22
3.3.1	Operação de Receção	22
3.3.2	Operação de <i>Put-away</i>	23
3.3.3	Operação de Armazenamento	23
3.3.4	Operação de <i>Picking</i>	23
3.3.5	Operação de Embalamento	23
3.3.6	Operação de Consolidação	24
3.3.7	Operação de Expedição	24
3.4	Descrição do Fluxo de Informação.....	24
3.5	Situação Atual da Receção	26
3.6	Situação Atual da Expedição em Mercado Interno	26
4	Proposta de Metodologia para Definição da Operação Futura da Empresa	28
4.1	Identificação das atividades problemáticas	29
4.2	Identificação das soluções possíveis	30
4.3	Especificação dos critérios de seleção	30
4.4	Operadores Logísticos potenciais	31
4.5	Estruturação do modelo AHP	32
4.6	Determinação das prioridades dos critérios e subcritérios de seleção.....	32
4.6.1	Critérios	33
4.6.2	Subcritérios.....	34
4.7	Determinação das prioridades das alternativas	36
4.8	Avaliação das alternativas.....	37
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro.....	40
6	Referências	42

ANEXO A: Organigrama do Departamento de Operações e <i>Supply Chain</i>	45
ANEXO B: Fluxo de Informação – Verificação da Encomenda	46
ANEXO C: Fluxo de Informação – Tratamento da Expedição	47
ANEXO D: Matrizes comparativas entre alternativas relativamente aos subcritérios	48

Siglas

3PL – *Third Party Logistics*

B2B – *Business to Business*

EDI – *Electronic Data Interchange*

GR – Guia de Remessa

LIFO – *Last In First Out*

MTO – *Make to Order*

MTS – *Make to Stock*

OC – Ordem de Compra

OL - Operador Logístico

OP – Ordem de Produção

OT – Ordem de Transferência

OV – Ordem de Venda

PA – Produto Acabado

SAC – Serviço de Apoio ao Cliente

SAP – *Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung* (Sistema, Aplicações e Produtos para processamento de dados)

Índice de Figuras

Figura 1 - Resultado líquido da Sika entre 2014 e 2018 (Fonte: Sika Group 2019)	2
Figura 2- Trinómio das dimensões da logística (Fonte: Carvalho et al. 2017)	6
Figura 3- Cadeia de Valor de Porter (Adaptado de Roldão e Ribeiro 2007)	7
Figura 4- Diversidade de <i>Outsourcing</i> de serviços logísticos (Fonte: Langley e Infosys 2019)9	
Figura 5- Exemplo de modelo hierárquico AHP	14
Figura 6- Matriz de comparação do modelo AHP.....	14
Figura 7- Operações básicas de armazenagem (Adaptado de Carvalho et al. 2017).....	17
Figura 8- Layout do armazém de PA.....	19
Figura 9- Variação do número de paletes em stock em 2018.....	20
Figura 10- Situação atual do armazém de PA	21
Figura 11- Logotipo do SAP (Fonte: SAP SE 2019)	21
Figura 12- Operações realizadas no armazém de PA	22
Figura 13- Primeiro nível do processo de preparação das encomendas	24
Figura 14- Processo de definição da operação futura da empresa.....	29
Figura 15- Modelo hierárquico AHP	32
Figura 16- Matriz comparativa entre critérios, vetor de prioridades (ω) e Rácio de Consistência (RC).....	33
Figura 17- Matriz de comparação normalizada e média aritmética de cada linha	33
Figura 18- Matriz comparativa entre subcritérios, vetor de prioridades (ω_C) e Rácio de Consistência (RC C)	35
Figura 19- Matriz comparativa entre subcritérios, vetor de prioridades (ω_D) e Rácio de Consistência (RC D).....	35
Figura 20- Matriz comparativa entre subcritérios, vetor de prioridades (ω_Q) e Rácio de Consistência (RC Q).....	35
Figura 21- Matriz comparativa entre subcritérios, vetor de prioridades (ω_O) e Rácio de Consistência (RC O).....	36
Figura 22- Peso dos subcritérios relativamente aos critérios correspondentes	36
Figura 23 - Matriz comparativa entre alternativas, vetor de prioridades (ω_{FL}) e Rácio de Consistência (RC FL)	37
Figura 24- Peso das alternativas relativamente aos critérios de seleção	38

Índice de Tabelas

Tabela 1- Critérios de avaliação do parceiro logístico (Adaptado de Aguezzoul 2014).....	12
Tabela 2- Escala Fundamental de Saaty (Adaptado de Saaty 2008)	15
Tabela 3- Índice de consistência de matrizes de comparação de dimensão n (Fonte: Saaty 2008).....	16
Tabela 4- Detalhes da receção em 2018	26
Tabela 5- Detalhes da expedição em 2018	27
Tabela 6- <i>Ranking</i> dos critérios de seleção	34
Tabela 7- Peso das alternativas relativamente ao subcritério “Flexibilidade”	37
Tabela 8 - Resumo das prioridades de critérios, subcritérios e alternativas.....	38
Tabela 9- <i>Ranking</i> das alternativas	39

1 Introdução

Neste capítulo inicial, é primeiramente exposto o enquadramento do projeto e a respetiva motivação. Seguidamente, é realizada uma descrição da empresa onde a dissertação foi realizada, bem como o grupo internacional ao qual a empresa pertence.

São ainda apresentados os objetivos do projeto, seguido do método utilizado para a sua realização, explicitando a forma como o trabalho foi realizado. Como conclusão deste capítulo introdutório é providenciada a estrutura do relatório, referindo quais os temas e conteúdo apresentados nos seguintes capítulos.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

O presente relatório foi realizado em ambiente empresarial no âmbito da dissertação de mestrado do curso de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O projeto foi desenvolvido na empresa Sika Portugal – Produtos Construção e Indústria, S.A., no departamento de Operações e *Supply Chain* e tem como principal objetivo avaliar qual o melhor cenário futuro de operação logística de expedição da empresa, tendo em conta a realidade atual da Sika Portugal e o mercado onde a mesma se insere. Para tal, foi utilizado o Método Hierárquico Analítico (AHP), que é um método multicritério de apoio a decisões complexas.

Este projeto decorreu numa fase em que a empresa se encontra numa situação em que a diversidade de produtos transacionados e o volume das suas vendas estão a aumentar significativamente, com uma crescente necessidade de espaço de armazenagem.

1.2 Apresentação da Empresa

A apresentação da empresa onde decorreu o projeto está exposta de seguida. Esta apresentação passa numa primeira fase pela caracterização do grupo multinacional Sika, seguido da Sika Portugal e, por fim, do departamento onde o projeto foi desenvolvido.

1.2.1 Sika Group

A Sika foi fundada na Suíça em 1910 por Kaspar Winkler e possui a sua sede na cidade de Baar. Em 1921, foi inaugurada uma pequena unidade de produção na Alemanha, marcando assim a presença da Sika no mercado externo.

Atualmente, a Sika possui subsidiárias em 101 países, sendo que os seus produtos são comercializados em 165 países, com especialização na área dos produtos químicos para a indústria e construção. A Sika é líder no desenvolvimento e produção de sistemas para colagem, selagem, reforço e proteção, assim como em amortecimento acústico automóvel e conta com cerca de 20.000 colaboradores. O volume de negócio global da Sika ascendeu a

CHF 7,09 mil milhões em 2018 e o resultado líquido da empresa tem vindo a aumentar nos últimos anos (Sika Group 2019), como se pode verificar na Figura 1.

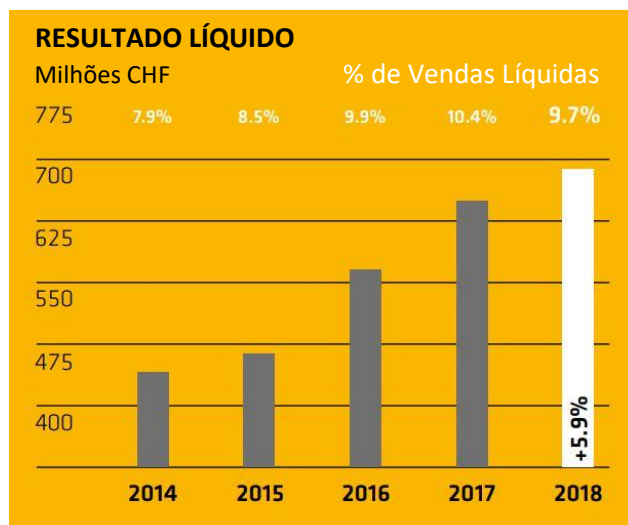


Figura 1 - Resultado líquido da Sika entre 2014 e 2018 (Adaptado de Sika Group 2019).

1.2.2 Sika Portugal - Produtos de Construção e Indústria S.A.

A Sika Portugal é uma empresa subsidiária do Grupo Suíço Sika e tem a sua sede em Vila Nova de Gaia. Os serviços técnico-comerciais estão situados em Lisboa e a unidade de produção e logística está localizada em Ovar.

O longo caminho percorrido pela Sika em Portugal teve início em 1957, ano em que a SITAL – Sociedade Industrial de Tintas e Anticorrosivos, Lda foi constituída. De entre os marcos históricos registados ao longo do percurso da empresa em território nacional, os seguintes são de realçar:

- Em 1959, a SITAL adquiriu uma fábrica em Ovar com o intuito de fabricar tintas de proteção;
- Em 1963, a Sika Chemie adquiriu uma parte do Capital Social da SITAL;
- Em 1985, a Sika Chemie concretizou a compra da SITAL, adquirindo a maioria do seu capital social. Nesse mesmo ano, a Lechler Chremie foi comprada pela multinacional suíça Sika Finanz AG, ficando detentora de 98% do capital social da SITAL;
- Em 1990, a SITAL tornou-se uma sociedade anónima e mudou a sua designação para Sika – Indústria Química, integrando no grupo Sika;
- Em 1993, a empresa obteve a certificação pela Norma NP EN ISO 9001, atribuída pelo Instituto Português da Qualidade. Desde então, tem praticado um conjunto de ações de gestão ambiental, obtendo a Certificação Ambiental de acordo com a norma NP EN ISO 14001 em 2003 (Sika Portugal 2018).

Na área da construção, os principais mercados-alvo são os seguintes: betão, colagens e selagens, reabilitação, pavimentos, impermeabilizações e coberturas. O mercado alvo da indústria, com principal relevância no segmento automóvel, tem também um papel preponderante na atividade da Sika Portugal (Sika Portugal 2018)

Na unidade fabril de Ovar, são produzidos adjuvantes para betão, aditivos, pavimentos, revestimentos, tintas decorativas, impermeabilizantes e butílicos. Estes produtos são comercializados em mercado interno e de exportação. Os artigos que não são produzidos na

fábrica em Ovar são adquiridos a outras fábricas da Sika, fora do país, funcionando estas como fornecedor da Sika Portugal. Da mesma forma, as exportações da Sika Portugal são inteiramente destinadas a outras subsidiárias do grupo Sika. Ainda nas instalações de Ovar existem laboratórios e vários espaços para armazenagem de produtos.

Ao longo dos últimos anos, a Sika Portugal apresentou um crescimento no volume de vendas de aproximadamente 8% ao ano. Este crescimento deveu-se em grande parte às novas aquisições realizadas por parte do grupo Sika e a um aumento do portfólio de produtos transacionados, sendo que se prevê que este aumento se mantenha no futuro próximo.

Como consequência deste aumento de volume e diversidade de produtos transacionados, o armazém de produtos acabados encontra-se atualmente sobrelotado, situação que se espera vir a acentuar com o crescimento futuro previsto.

1.2.3 Departamento de Operações e *Supply Chain*

O projeto de dissertação decorreu no departamento de Operações e *Supply Chain* da empresa, nas instalações de Ovar. Este departamento é responsável pela produção e por toda a logística da empresa, possuindo uma elevada importância dada a quantidade de atividades pelas quais os membros do departamento estão encarregues.

Todas as operações realizadas no armazém de produto acabado (PA) são da responsabilidade do departamento de Operações e *Supply Chain*, incluindo as atividades de receção, armazenamento, *picking* e expedição de todos os produtos vendidos pela Sika Portugal. Desta forma, é necessário um bom funcionamento a todos os níveis deste departamento de forma a ser possível à empresa obter os níveis de serviço exigidos ao nível estratégico.

O organigrama do departamento está presente no Anexo A.

1.3 Objetivos do projeto

Da necessidade de adaptação da empresa à nova realidade com que se tem deparado ultimamente, surgiu a oportunidade de realizar este projeto.

O objetivo final desta dissertação consiste em analisar os cenários futuros de operação logística da empresa, considerando diferentes critérios tal como os benefícios, as limitações e a estimativa de custos de cada opção, de modo a identificar qual o mais favorável, tendo em conta a realidade do mercado em que a empresa se insere e as especificações dos produtos comercializados.

De forma a alcançar-se este objetivo foram definidos objetivos intermédios, que passaram, numa primeira fase, pela caracterização da empresa e levantamento e tratamento de todos os dados de receção, armazenagem e expedição, seguido da realização da revisão bibliográfica relacionada com o tema. Posteriormente, foi efetuada a caracterização dos cenários analisados e tratamento dos dados relativos a estes cenários e, por fim, a análise e avaliação dos cenários possíveis.

1.4 Método seguido no projeto

A primeira fase do projeto passou pela contextualização do problema. Nesta primeira etapa, foram dadas a conhecer as instalações e o departamento onde iria decorrer o projeto e todos os processos realizados em fábrica e em armazém. Ainda nesta fase, foi realizado um ponto de situação atual e apresentação do problema.

De seguida, foram realizadas entrevistas a empresas fornecedoras de serviços logísticos, de forma a estabelecer-se um primeiro contacto com estas. Deste primeiro contacto, foram conhecidos os requisitos de ambas as partes.

Conhecidos os requisitos das empresas fornecedoras de logística, passou-se à fase do levantamento e tratamento dos dados relacionados com a receção, a armazenagem, a expedição e a distribuição. Estes dados foram mais tarde partilhados com as empresas prestadoras de serviços logísticos, de modo a obterem-se múltiplas propostas de *outsourcing* da logística. Em paralelo, foi sendo realizada a revisão bibliográfica, com o intuito de obter um maior conhecimento na área em estudo. Esta revisão bibliográfica incidiu nos temas de Gestão Logística, Gestão de Cadeias de Abastecimento, *Outsourcing* Logístico, Método Analítico Hierárquico e Gestão de Armazéns.

Obtidas as propostas dos diferentes operadores logísticos, passou-se à aplicação do Método Analítico Hierárquico, cujas etapas estão apresentadas na Secção 2.4. A partir deste procedimento foi possível avaliar as diferentes alternativas e concluir qual a melhor opção.

1.5 Estrutura da dissertação

O presente relatório encontra-se dividido em 5 capítulos.

Neste primeiro capítulo, foi realizado um breve enquadramento do projeto e da empresa onde este decorreu.

Posteriormente, no segundo capítulo, é feito um enquadramento teórico a partir da revisão bibliográfica efetuada, em que são clarificados conceitos relacionados com o projeto.

No terceiro capítulo, é explicado em detalhe o funcionamento atual de todas as atividades ligadas à logística realizadas na Sika Portugal, desde as atividades em armazém até ao serviço ao cliente.

A solução desenvolvida é explicada em detalhe no quarto capítulo.

O quinto capítulo apresenta as principais conclusões retiradas da realização deste projeto e trabalhos futuros a serem realizados

2 Enquadramento Teórico

O presente capítulo apresenta a revisão da literatura dos conceitos que foram utilizados como base teórico-prática na realização deste projeto. As temáticas abordadas incidem nos conceitos de Logística, Gestão da Cadeia de Abastecimento, *Outsourcing* da Logística, Método Analítico Hierárquico e Gestão de Armazéns.

2.1 Logística

A logística nasceu para as empresas comportando numerosas origens do ramo militar. Nos Impérios Grego, Romano e Bizantino existiam oficiais militares com o título de *Logistikas*, que eram responsáveis pelas questões financeiras, de abastecimento e de distribuição (Islam et al. 2013).

A área militar tem sido desde sempre a mais marcante ao nível de desenvolvimento logístico e sua aplicação no seio das empresas e das organizações. No entanto, existem muitas outras áreas de influência, como o domínio estratégico, dos sistemas de informação e das tecnologias, entre outras (Carvalho et al. 2017).

Na década de 1950, as empresas adotaram estes conhecimentos de forma a aumentar a satisfação dos seus clientes. Com o aperfeiçoamento dos sistemas logísticos, cada região/país tornou-se especialista na produção de certos produtos, vendendo o remanescente da sua produção e adquirindo os produtos de insuficiente produção local a produtores exteriores, o que contribuiu para o aumento das trocas comerciais entre diferentes regiões geográficas (Ballou 2007).

2.1.1 Gestão Logística

De acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP 2013), a gestão logística é “a parte da cadeia de abastecimento responsável pelo planeamento, implementação e controlo eficiente e eficaz do fluxo direto e das operações de armazenamento de bens, serviços e informação desde a sua origem até o seu consumo, com o propósito de ir ao encontro dos requisitos do cliente”.

A gestão logística tem o papel de fazer chegar ao cliente o produto que este deseja, na quantidade correta, no local correto, no momento certo e pelo preço certo.

2.1.2 Dimensões da Logística

As dimensões centrais da Logística ou da Gestão Logística são o tempo, o custo e a qualidade de serviço. Quer isto dizer que a Gestão Logística se faz com recurso a um instrumento de gestão que inclui estas três dimensões e que promove raciocínios e decisões, essencialmente através de equilíbrios e *trade-offs* entre elas (Carvalho e Ramos 2016). Desta forma, a empresa visa a conseguir realizar todas as suas operações com baixos tempos de resposta, baixos custos e elevado nível de serviço ao cliente.

No entanto, torna-se bastante complexo obter melhorias no trinómio tempo, custo e qualidade de serviço em simultâneo para todas as dimensões (Carvalho et al. 2017). Alcançar-se menores custos, menores tempos de resposta e melhor nível de qualidade de serviço em simultâneo é um desafio de elevada complexidade para os gestores logísticos, uma vez que existe uma estrita relação entre estes três elementos e qualquer alteração numa destas dimensões irá influenciar o comportamento das restantes.

O trinómio tempo, custo e qualidade de serviço pode ser evidenciado na Figura 2.

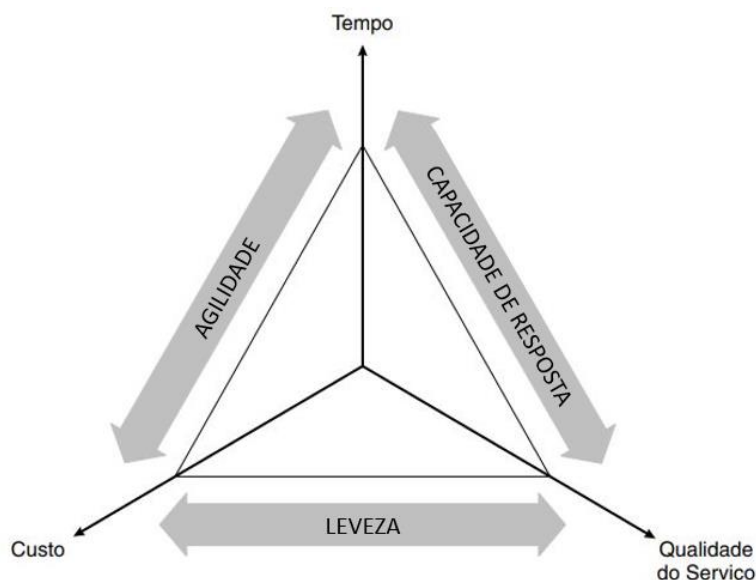


Figura 2- Trinómio das dimensões da logística (Fonte: Carvalho et al. 2017).

A conjugação destes três elementos dois a dois origina três novas variáveis: agilidade (*Agility*), leveza (*Leanness*) e capacidade de resposta (*Responsiveness*), representadas na Figura 2.

A agilidade em Gestão Logística é a habilidade de adaptação a alterações no mercado, evitando impactos negativos na qualidade, de uma forma veloz e eficiente em termos de custos (CSCMP 2013). Nestas circunstâncias, um sistema ágil é conseguido através da boa conjugação do tempo com o custo do serviço prestado.

A leveza (ou magreza) em Gestão Logística é a capacidade de gerir o sistema logístico sem excedentes, mantendo um nível elevado de qualidade de serviço ao cliente e baixando os custos através do aumento da eficiência do sistema (Carvalho et al. 2017). Assim, a leveza é conseguida através da conjugação de um elevado nível de serviço aos clientes com um baixo custo dos serviços prestados.

Por fim, a capacidade de resposta em Gestão Logística compreende a capacidade de gerir o sistema logístico de forma a conseguir respostas rápidas sem comprometer a qualidade de serviço ao cliente (Carvalho et al. 2017). Pode ser alcançado através da conjugação do elemento tempo com o elemento qualidade de serviço.

2.2 Gestão da Cadeia de Abastecimento

A cadeia de abastecimento tem-se tornado uma variante estratégica e competitiva muito importante em quase todos os setores de atividade (Beth et al. 2003).

De acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP 2013), a gestão da cadeia de abastecimento compreende o planeamento e a gestão de todas as atividades de abastecimento, aquisição e transformação, física ou não, e ainda todas as

atividades da gestão logística. Inclui também a coordenação e colaboração com os parceiros da cadeia de abastecimento, que podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços logísticos, clientes, entre outros. Em essência, a gestão da cadeia de abastecimento integra o abastecimento e a procura (*supply and demand*) no contexto das empresas e entre empresas.

Segundo Porter (1985), a cadeia de abastecimento surge integrada na cadeia de valor. A cadeia de valor é composta por uma série de atividades primárias e outras de suporte. A cadeia de abastecimento consiste apenas nas atividades primárias da cadeia de valor. As atividades que compõem a cadeia de abastecimento são: Logística *Inbound*, Operações, Logística *Outbound*, Marketing e Vendas e, por fim, Serviço ao cliente, como se pode observar na Figura 3. Estas são as atividades que tornam possível a criação ou entrega de um produto ou serviço (Prajogo, Oke e Olhager 2016).

As atividades de suporte da cadeia de valor são as seguintes: Recursos Humanos, Tecnologia, Estratégia e Investigação e Desenvolvimento.

A conjugação destas nove atividades e a forma como são desempenhadas pela empresa irá definir qual a vantagem competitiva adquirida. Para uma empresa ser competitiva, é essencial apresentar uma cadeia de abastecimento bem organizada.

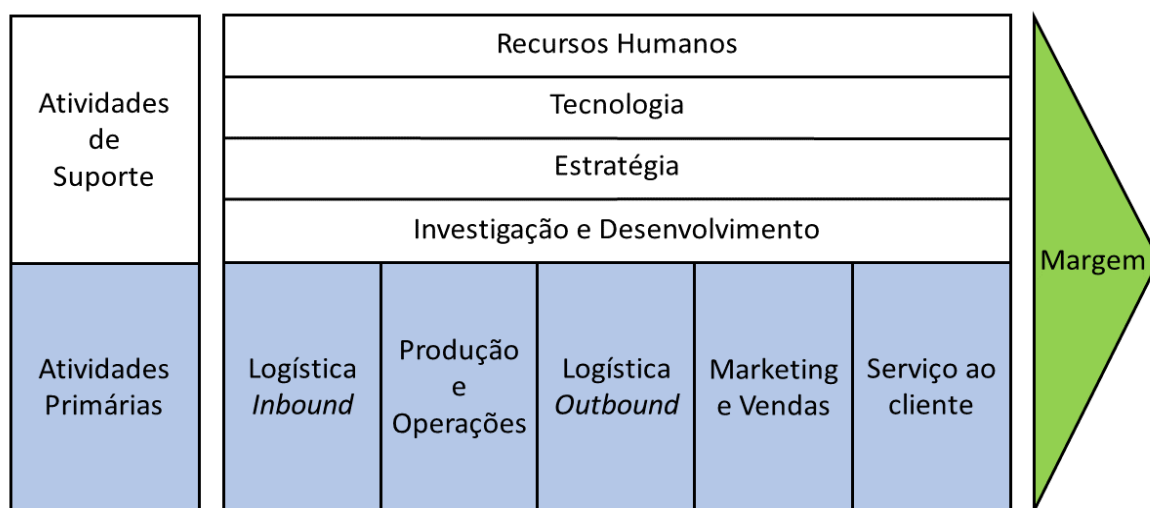


Figura 3- Cadeia de Valor de Porter (Adaptado de Roldão e Ribeiro 2007).

As cinco atividades que compõem a cadeia de abastecimento de uma empresa estão descritas de seguida:

Logística *Inbound*

A logística *inbound* ou logística interna compreende atividades associadas ao recebimento, armazenamento e movimentação de materiais (Wu e Dunn 1995). Esta é a área da logística responsável pela compra e agendamento de entradas dos produtos, desde os fornecedores até a unidade de produção. Assim, concluída a fase da logística *inbound*, os materiais estão disponíveis para serem transformados em produtos acabados através de processos produtivos.

Produção e Operações

Sucintamente, é composto por atividades de transformação dos *inputs* através de processos produtivos até à obtenção de produtos finais.

Logística Outbound

As atividades que se seguem à transformação das matérias-primas em produto acabado são pertencentes à logística *outbound*. A logística *outbound* ou logística externa refere-se às atividades físicas de manuseamento, armazenamento e distribuição dos produtos e às atividades de gestão de redes, planeamento, processamento de ordens e agendamento e definição de itinerários dos veículos (Wu e Dunn 1995).

Marketing e Vendas

Compreende atividades orientadas para o processo de venda do produto, comunicação com os clientes, definição dos preços pretendidos e eleição dos canais de distribuição.

Serviço ao cliente

Finalmente, o serviço ao cliente é composto por todas as atividades que são realizadas após a venda dos produtos. Estas atividades proporcionam manutenção ou melhoria do valor acrescentado ao produto.

2.3 Outsourcing da Logística

“The important thing about outsourcing or global sourcing is that it becomes a very powerful tool to leverage talent, improve productivity and reduce work cycles.” - Azim Premji, 2006

O *outsourcing* caracteriza-se pela transferência de um serviço efetuado internamente para um fornecedor externo. Este conceito difere de subcontratação, uma vez que a subcontratação aplica-se quando existe transferência de serviços em picos de procura ou atividade sazonal (Roldão e Ribeiro 2007).

Assim, o *outsourcing* excede o conceito tradicional de subcontratação, uma vez que para além da transferência de atividades para o exterior, também os recursos responsáveis por estas atividades podem ser transferidos, como pessoas equipamentos ou tecnologias, bem como a responsabilidade de tomada de decisão (Roldão e Ribeiro 2007).

O *outsourcing* logístico consiste na externalização das atividades logísticas (Ho et al. 2012) e tem-se tornado um componente estratégico de elevada importância para o desenvolvimento das cadeias de abastecimento das empresas (Gunasekaran e Irani 2010). Está comprovado que a externalização de funções logísticas a *Third Party Logistics* (3PL) - Fornecedores de Serviços Logísticos – pode oferecer vantagem competitiva a ambas as partes (Göl e Çatay 2007).

Segundo Moura (2006), existem duas formas de operação logística: partilhada ou dedicada.

As operações partilhadas com outros clientes do operador logístico, permitem a partilha de instalações e transportes, o que se traduz em custos operacionais inferiores uma vez que é possível otimizar rotas de transporte, evitando a duplicação de percursos ou o retorno de veículos vazios. Nas operações dedicadas não ocorre partilha de instalações nem de transportes. Porém, ao estabelecer relações com especialistas na área da logística é possível aceder ao conhecimento e experiência destes, o que apresenta sempre mais-valias para a empresa subcontratadora.

De acordo com Hamel e Prahalad (1996), existem diversos fatores para as empresas recorrerem ao *outsourcing* logístico, tais como carência de recursos próprios, necessidade de

agilização da entrada em novos mercados, redução de custos, redução do risco operacional e para permitir à empresa um maior foco nas suas competências principais.

2.3.1 Serviços Prestados pelos Operadores Logísticos

Dado que a integração da cadeia de abastecimento constitui uma forma de obtenção de vantagem competitiva, os operadores logísticos têm-se empenhado em assumir um papel mais estratégico, expandindo a escala e o âmbito das suas operações (Hertz and Alfredsson 2003). Desta forma, as funções desempenhadas por estes parceiros logísticos têm sido alteradas tanto em conteúdo como em complexidade (Selviaridis e Spring 2007), alinhando os serviços prestados de forma a cumprir com as alterações nos requisitos dos clientes (Hertz e Alfredsson 2003).

Originalmente, o *outsourcing* logístico surgiu de empresas que forneciam exclusivamente os serviços de armazenagem e transporte. No entanto, as funções desempenhadas atualmente pelos operadores logísticos estendem-se por todas as atividades logísticas das empresas, tendo isto sido conseguido pelo meio da diferenciação e especialização de serviços (Gadde e Hulthén 2009).

Esta maior variedade de funções logísticas prestadas pelos 3PL pode ser comprovada por um estudo que é realizado anualmente, o *Third-Party Logistics Study: The State of Logistics Outsourcing*, que em 2019 identificou como principais atividades externalizadas as apresentadas na Figura 4. Neste estudo, foram essencialmente estudadas organizações dos Estados Unidos da América e da Europa (Langley e Infosys 2019).

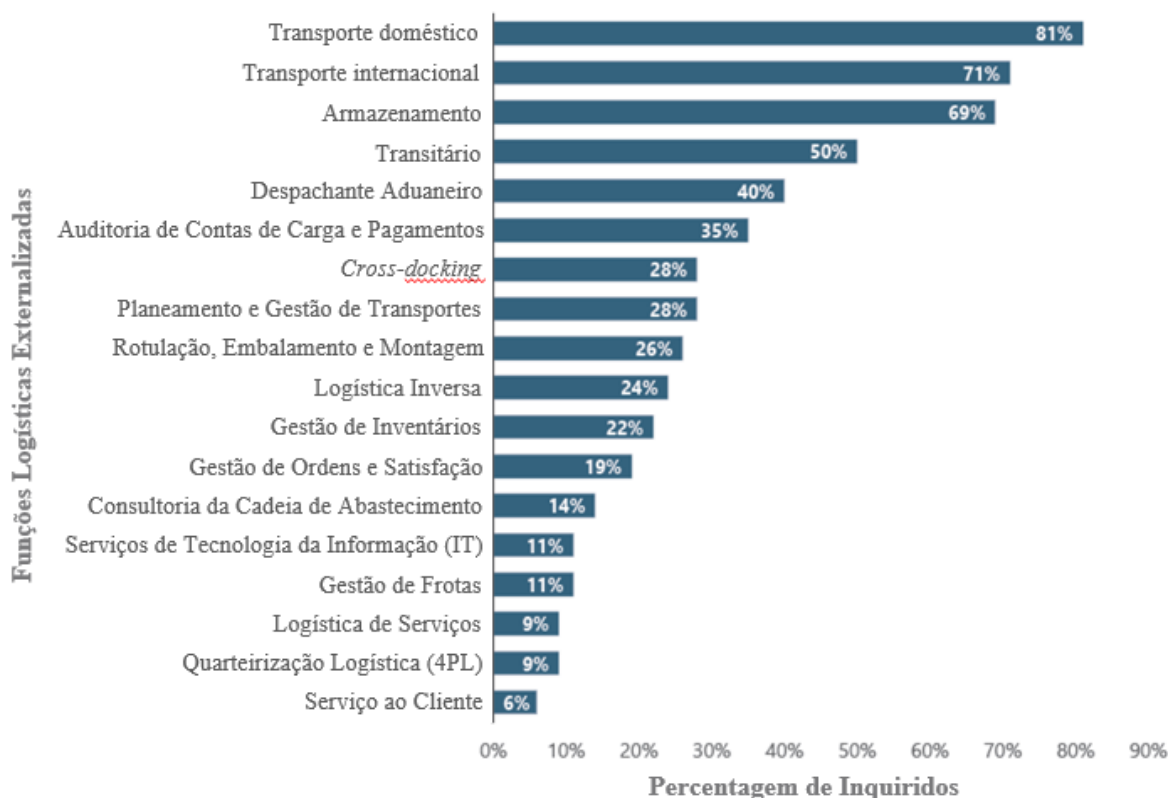


Figura 4- Diversidade de *Outsourcing* de serviços logísticos (Fonte: Langley e Infosys 2019).

Através da análise da Figura 4, é possível verificar-se que as atividades logísticas mais prestadas pelos operadores logísticos são as atividades de transporte e armazenamento, mas outras atividades estratégicas relacionadas com sistemas de informação e serviço ao cliente já possuem alguma representação.

2.3.2 Vantagens do *Outsourcing*

Segundo Dolgui e Proth (2010), os principais benefícios de recorrer ao *outsourcing* são os seguintes:

- Redução de custos, uma vez que o fornecedor externo consegue realizar a função de uma forma mais eficiente;
- Libertação de recursos e capital de áreas que não encerram diferenciação competitiva, permitindo uma realocação dos recursos noutras áreas;
- Acesso a tecnologias e experiência não existentes dentro da organização;
- Maior foco nas competências principais da empresa;
- Aumento da qualidade de serviço e, consequentemente, aumento da satisfação dos clientes.

2.3.3 Perigos do *Outsourcing*

Podem também existir algumas desvantagens inerentes ao *outsourcing*. Roldão e Ribeiro (2007) realçam os seguintes:

- Perda de controlo da execução das atividades e maior necessidade de controlo na integração;
- Eventual perda de confidencialidade;
- Possibilidade de conflitos de interesse;
- Eventual má qualidade de serviço prestado e diminuição do nível da satisfação – quer dos clientes, quer dos empregados;
- Eventual dependência excessiva em relação ao subcontratado;
- Eventual incorrência em custos mais elevados do que se as atividades tivessem sido executadas com os meios internos;
- Perda de *know-how* (conhecimentos técnicos).

De forma à empresa subcontratadora não incorrer nos riscos supracitados, Baitheimy (2003) apresenta algumas precauções que esta deverá tomar:

- Algumas atividades não devem ser externalizadas;
- Deve ser realizada uma análise minuciosa das possíveis empresas a subcontratar, de modo a proceder à seleção da melhor opção;
- O contrato deverá ser concebido cautelosamente;
- Necessidades pessoais não devem ser negligenciadas;
- Não se deve perder o controlo sobre a atividade externalizada;
- Deve ser planeada uma *exit strategy* (estratégia de saída).

2.3.4 Seleção do Operador Logístico

O problema da seleção de operadores logísticos tem vindo a ser estudado de uma forma intensiva ao longo dos últimos anos e na literatura são propostas diferentes abordagens de resolução deste problema (Ho et al. 2012).

O processo, os métodos e os critérios seguidos pelas empresas que pretendem recorrer ao *outsourcing* da logística estão apresentados de seguida.

Processo de Seleção

A criação de um processo de seleção é um requisito essencial para a empresa subcontratadora se certificar que o operador logístico selecionado é, de facto, o mais apropriado.

Andersson e Norrman (2002) propõem um plano composto pelas seguintes sete etapas:

1. Definir e especificar os serviços que se pretendem externalizar;
2. Compreender o volume de aquisição;
3. Simplificar e normalizar a informação;
4. Realizar um estudo de mercado;
5. Requerer informação dos fornecedores;
6. Criar um pedido de proposta e enviá-lo aos fornecedores;
7. Negociar e contratar o proponente selecionado.

Critérios de Seleção

Aguezzoul (2014) analisou um total de 67 artigos científicos publicados entre 1994 e 2013, de forma a entender quais os métodos e critérios de seleção mais relevantes aquando da seleção do operador logístico responsável por toda a logística ou por parte da logística da empresa.

Baseado na sua investigação, existe um total de onze critérios que as empresas consideram de modo a proceder à seleção do operador logístico mais indicado.

Os critérios, ordenados por ordem decrescente de importância nos casos estudados, são: custo, relacionamento, serviços, qualidade, sistema e equipamentos de informação, flexibilidade, entrega, profissionalismo, posição financeira, localização e reputação. O resumo destes critérios está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Critérios de avaliação do parceiro logístico (Adaptado de Aguezoul 2014).

Critério	Definição
Custo	Relacionado com o custo total do <i>outsourcing</i> logístico. Inclui o preço, redução de custos, distribuição de baixo custo, custo esperado de <i>leasing</i> , custo operacional, custo de armazém.
Relacionamento	Inclui a partilha de riscos e recompensas e garante cooperação entre a empresa subcontratadora e a subcontratada. Como atributos inclui a fiabilidade, confiança, dependência, aliança, compatibilidade e reciprocidade.
Serviços	Relacionado com atributos como a gama de serviços prestados, caracterização e especificação dos serviços, serviços de pré-venda e pós-venda e serviços de valor acrescentado.
Qualidade	Consiste em aspetos como o compromisso de melhoria contínua, cumprimento de normas e regras ambientais e gestão do risco.
Equipamentos e sistema de informação	Corresponde ao equipamento físico e sistemas de informação que o operador logístico possui de forma a facilitar a comunicação e execução de atividades logísticas. Relacionado com atributos como EDI, <i>tracking/tracing</i> , capacidades tecnológicas, acesso a informação, equipamentos de movimento de materiais e segurança da informação partilhada.
Flexibilidade	Relacionado com a habilidade de adaptação a requisitos dos clientes e circunstâncias. Os seus atributos incluem a habilidade de corresponder a requisitos futuros, capacidade de acomodar e crescer o negócio do cliente e capacidade de resposta atempada.
Entrega	É representado com atributos como tempo de entrega, taxa de distribuição <i>on-time</i> e taxa de entregas <i>on-time</i> .
Profissionalismo	O parceiro logístico deve possuir conhecimento da indústria em questão, pontualidade, cortesia na forma como estabelece interações com o seu cliente e competência.
Posição Financeira	Uma boa situação financeira do operador logístico assegura a continuidade dos serviços e melhoria regular dos equipamentos e serviços utilizados nas operações logísticas.
Localização	Corresponde a atributos como a cobertura geográfica e a distância aos clientes.
Reputação	Refere-se à opinião dos clientes acerca do desempenho do parceiro logístico.

Métodos de Seleção

Segundo (Aguezoul 2014), as diferentes técnicas de seleção dos operadores logísticos podem ser divididas em cinco categorias, sendo que as quatro primeiras são análises individuais e a última consiste na combinação das diferentes técnicas:

1. **Modelos de estatística** – consiste na utilização de modelos da área da estatística de forma a efetuar-se uma avaliação dos fornecedores. A correlação é o método mais recorrido, seguido da análise de *clusters*;
2. **Métodos Multicritério de Apoio à Decisão** – compreende a avaliação de diferentes critérios e possibilita a seleção da melhor alternativa com base num determinado objetivo. Os métodos *Analytic Hierarchy Process* (Método Analítico Hierárquico), *Analytic Network Process* (Método Analítico de Redes) e *Interpretative Structural Model* (Método Interpretativo Estrutural) são os mais utilizados no âmbito da decisão de escolha do operador logístico;
3. **Modelos de programação matemática** – consiste na otimização de uma função objetivo perante um conjunto de restrições pré-definidas. São exemplos ferramentas como a Programação Linear, Programação Dinâmica ou Programação Multi-Objetivo;
4. **Inteligência artificial** – são baseados em sistemas assistidos por computador. Os métodos mais utilizados são o CBR/RBR (*Case-Based Reasoning/ Rule-Based Reasoning*), métodos de inferência, Redes Neurais Artificiais e *Data Mining*;
5. **Análise integrada** – é o resultado da combinação de dois ou mais dos métodos supracitados.

2.4 Método Hierárquico Analítico

O Método Hierárquico Analítico é um método multicritério de apoio à decisão cuja origem remonta à década de 1970. Inicialmente desenvolvido por Thomas L. Saaty, este método tem sido frequentemente utilizado ao longo dos anos com o intuito de auxiliar no processo de tomada de decisões complexas relativamente a múltiplos cenários possíveis (Saaty 2008).

O processo de tomada de decisão envolve diversos critérios tangíveis e intangíveis. O AHP sugere uma análise conjunta dos critérios tangíveis e intangíveis através da comparação dos mesmos. É um método flexível que permite decompor uma situação complexa e não-estruturada em diferentes componentes e níveis hierárquicos (Saaty 2008).

Saaty (1990) decompõe o método nas seguintes operações:

1. Divisão hierárquica;
2. Comparação binária;
3. Obtenção de prioridades;
4. Verificação de consistência;
5. Definição do *ranking* final.

Divisão hierárquica

O primeiro elemento do AHP é o processo de divisão hierárquica. No primeiro nível da hierarquia surge o objetivo da decisão, seguido dos diferentes critérios, que podem ser subdivididos em subcritérios, constituindo estes o terceiro nível hierárquico. Por fim, e como último nível da árvore, surgem as múltiplas alternativas a considerar (Saaty 1990). O número de alternativas a comparar deverá ser sempre inferior a sete, sendo que o mais comum é a

utilização de três a cinco cenários alternativos. Na Figura 5, é possível observar-se o exemplo de um modelo AHP simples sem qualquer subcritério, possuindo apenas um objetivo, quatro critérios e quatro alternativas.

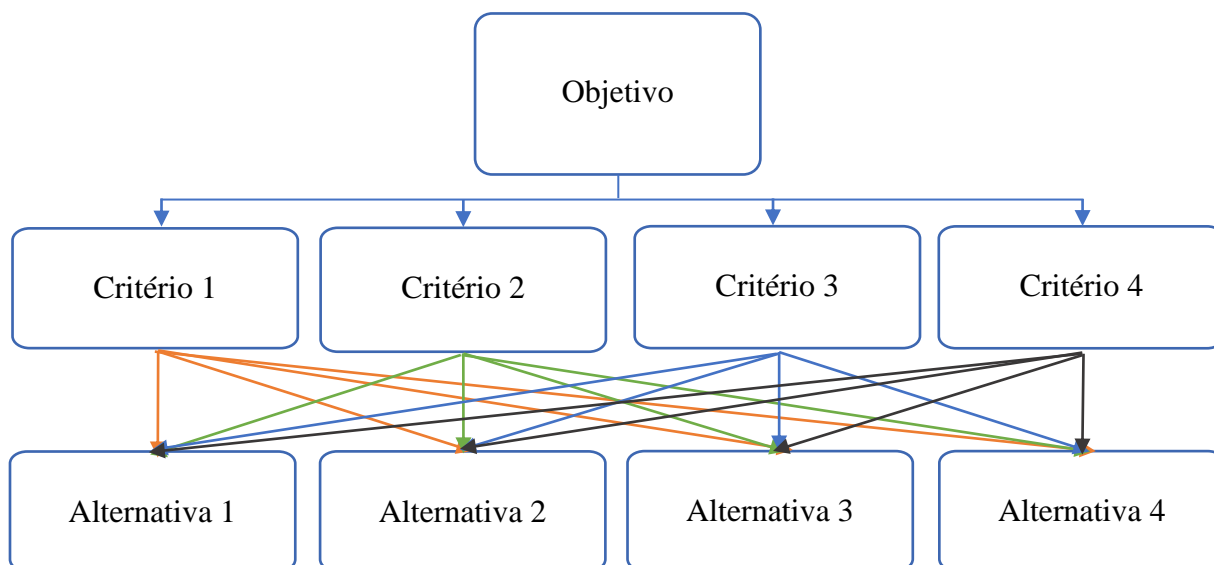


Figura 5- Exemplo de modelo hierárquico AHP.

Comparação binária

Após a hierarquização de todos os elementos, segue-se o processo de comparação binária. Nesta etapa, os critérios são comparados aos pares relativamente ao elemento hierarquicamente superior que é designado de elemento de controlo, ou seja, os critérios são comparados em relação ao objetivo, os subcritérios (caso existam) são comparados relativamente aos critérios e as alternativas são comparadas relativamente aos subcritérios (caso existam). Este processo tem início no topo da hierarquia (objetivo) e finaliza na base da mesma (alternativas). A comparação binária é realizada através da análise de matrizes quadradas, onde é representada a comparação dos critérios (Saaty 2008).

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Figura 6- Matriz de comparação do modelo AHP.

As linhas da matriz A, apresentada na Figura 6, são representadas por i e as colunas por j ($i, j = 1, 2, \dots, n$), sendo n o número de elementos que a constituem (critérios, subcritérios ou alternativas). O valor de a_{ij} corresponde à importância relativa do critério a_i sobre o critério a_j , utilizando a escala de Saaty apresentada na Tabela 2.

Tabela 2- Escala Fundamental de Saaty (Adaptado de Saaty 2008).

Escala de Importância Relativa	Definição
9	Absolutamente preferido
7	Extremamente preferido
5	Muito preferido
3	Moderadamente preferido
1	Igualmente preferido
2,4,6,8	Valores intermédios
Valores Inversos	Se é atribuído a i um valor acima mencionado quando comparado com j, é atribuído a j o valor inverso quando comparado com i

Obtenção de prioridades

A etapa da obtenção de prioridades consiste na definição de um vetor de prioridade (ω) para cada matriz de comparação, sendo que os vetores representam as prioridades relativas de cada elemento relativamente ao elemento que se encontra na posição hierárquica imediatamente superior.

De forma a determinar os elementos do vetor de prioridade, são executadas as seguintes etapas:

1. Normalização da matriz
 - a. Somatório dos elementos de cada coluna da matriz de comparações;
 - b. Divisão de cada elemento da matriz de comparações pelo somatório da coluna respetiva.
2. Cálculo da média aritmética dos elementos de cada linha da matriz normalizada;
3. Elementos da média aritmética de cada linha correspondem aos elementos do vetor de prioridades.

Verificação de consistência

Calculados os vetores de prioridades, passa-se à verificação da consistência. Esta operação consiste, num primeiro momento, no cálculo do Índice de Consistência (IC) recorrendo à Equação 2.1, seguido do cálculo do Rácio de Consistência (RC).

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{n - 1} \quad (2.1)$$

Onde:

λ_{max} , é valor próprio de A e

n, é a dimensão da matriz quadrada.

O Rácio de Consistência é calculado através da Equação 2.2.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (2.2)$$

Onde:

IC, é o Índice de Consistência e

IR, é um valor tabelado (Tabela 3).

Tabela 3- Índice de consistência de matrizes de comparação de dimensão n (Fonte: Saaty 2008)

n	2	3	4	5	6	7
IR	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32

Se $RC < 0,1$, é possível afirmar que a matriz em causa é consistente. Caso o Rácio de Consistência for superior ou igual a 0,1 as comparações definidas deverão ser revistas de modo a estabelecerem-se matrizes consistentes. Quanto menor o valor do Rácio de Consistência, mais consistente será a matriz.

Definição do *ranking* final

O Método Hierárquico Analítico finaliza com a definição do *ranking* final das alternativas. A fim de se apurar qual a classificação final dos diferentes cenários utiliza-se a expressão matemática 2.3.

$$\sum_{i=1}^n wCi * waCi \quad (2.3)$$

Onde,

wCi , é a prioridade do critério i

$waCi$, é a prioridade da alternativa relativamente ao critério i .

2.5 Gestão de Armazéns

Os armazéns são componentes fundamentais da cadeia de abastecimento na qual se inserem e a sua gestão é um componente essencial para a prestação de serviços de alto nível (Rushton, Croucher e Baker 2017).

O armazenamento consiste no acondicionamento físico de produtos, garantindo a integridade física e a segurança dos materiais e embalagens. Independentemente da dimensão da unidade de armazenagem, as principais atividades operacionais realizadas são bastante semelhantes. O nível de complexidade destas atividades varia com a quantidade de produtos a serem geridos e nas dimensões da unidade de armazenagem (United States Agency for International Development 2012).

2.5.1 Vantagens dos Armazéns na Cadeia de Abastecimento

De acordo com Rushton, Croucher e Baker (2017), as principais vantagens dos armazéns na cadeia de abastecimento são as seguintes:

- **Acumulação de inventário** – materiais armazenados podem ser utilizados quando forem necessários. Permite uma melhor resposta às variações da procura por parte dos clientes, uma vez que existe material para ser prontamente disponibilizado;
- **Consolidação** – o armazém tem o papel importante de reunir os produtos de um determinado pedido, fazendo o seu tratamento em lotes preparados para expedição, o que permite uma redução dos custos de transporte;
- **Adiamento** – a expedição de um produto armazenado pode ser atrasada, permanecendo este num local com características favoráveis de armazenamento, de forma a evitar a acumulação de inventário em locais sem capacidade para tal;
- **Cross Docking** – quando o armazém funciona apenas como plataforma de passagem de mercadoria, já preparada para o destino final, permitindo otimizar os custos de transporte a montante e a jusante.

2.5.2 Operações em Armazém

O processo de armazenagem engloba múltiplas atividades desde a entrada da mercadoria em armazém até à sua saída. No momento em que os produtos chegam ao armazém, são prontamente desencadeadas as três primeiras atividades: receção, conferência e arrumação. As restantes atividades são despoletadas aquando da chegada de uma encomenda, realizando-se em primeiro lugar o *picking*, seguido da preparação e, por fim, expedição dos produtos (Carvalho et al. 2017). A sequência das operações realizadas em armazém pode ser observada na Figura 7.



Figura 7- Operações básicas de armazenagem (Adaptado de Carvalho et al. 2017).

Receção e Conferência

Consiste na programação das chegadas, alocação dos veículos ao cais de descarga respetivo, descarga física da mercadoria, conferência da encomenda de forma a verificar se as quantidades e produtos correspondem ao solicitado, eventual repaletização dos materiais para facilitar a arrumação, definição da localização da mercadoria na zona de armazenagem e atualização do inventário no sistema informático (Carvalho et al. 2017).

Arrumação

A arrumação consiste no movimento físico de mercadorias desde a área da receção até à área de armazenagem. O local onde é colocada a mercadoria tem uma elevada importância, uma vez que tem um forte impacto no tempo e custo necessários de recolher a mercadoria para expedição.

Segundo Carvalho et al. (2017), existem dois métodos de arrumação dos materiais. O primeiro método é a localização fixa, sendo que neste método cada material tem uma posição definida e deverá ser sempre colocado nesta posição. O segundo método é denominado localização aleatória e consiste na colocação aleatória do produto no armazém, tendo em conta os locais de armazenagem disponíveis nesse momento. Os dois métodos descritos podem ser combinados, originando um método misto. Neste método, a área de armazenagem é dividida em zonas e as referências são alocadas a uma zona de acordo com algum critério

pré-definido, sendo os materiais colocados em qualquer localização dentro da zona correspondente.

Picking

A operação de *picking* é despoletada pela receção de encomendas e consiste na recolha dos produtos solicitados, na quantidade correta e satisfazendo as necessidades manifestadas pelo cliente. Desta forma, é no *picking* que se dá início ao serviço prestado ao cliente. A unidade de manuseamento nesta atividade pode variar entre paletes, caixas ou unidades. O *picking* pode ser realizado em toda a área de armazenagem ou pode existir uma área específica no armazém dedicada a esta tarefa, separando o espaço destinado a armazenamento dos stocks do espaço onde se encontram os materiais para *picking* (Carvalho et al. 2017).

Preparação e Expedição

Finalmente, surgem as últimas atividades realizadas em armazém, a preparação e a expedição.

A preparação envolve a organização das mercadorias para expedição, colocação das etiquetas para identificação e ainda a verificação das encomendas através da comparação dos produtos com a documentação relativa à encomenda em tratamento, de modo a garantir o envio da mercadoria correta (Frazelle et al. 2002).

Por fim, realiza-se a expedição das encomendas. Esta atividade consiste em carregar o veículo que irá realizar o transporte da mercadoria e termina quando o veículo sai da zona do armazém. À semelhança do processo de receção, o processo de expedição também requer um planeamento apropriado, de forma a garantir o bom funcionamento das entregas e a prestação de um elevado nível de serviço ao cliente.

3 Análise da Situação Atual

Neste capítulo, é apresentado em detalhe todo o processo logístico realizado na Sika Portugal. Numa primeira fase, é realizada a descrição do armazém de produto acabado e do sistema de informação utilizado pela empresa, seguido da descrição do fluxo de materiais e informação da empresa, finalizando com o resumo dos movimentos referentes ao ano de 2018.

3.1 Armazém

A unidade produtiva e logística da Sika Portugal localiza-se em Ovar, tendo as instalações sido adquiridas em 1959 pela SITAL, empresa que deu origem à Sika.

Ao longo dos seus 60 anos de existência, as instalações sofreram inúmeros processos de melhoria e expansões, com os principais intuítos de aumentar a capacidade produtiva e a capacidade de armazenamento de forma a acompanhar o crescimento do grupo suíço à qual a Sika Portugal pertence.

O armazém onde decorrem as operações logísticas foi construído no ano de 1998 e localiza-se no extremo sul das instalações de Ovar. Este armazém é constituído por uma zona interior (*indoor*) e uma zona exterior (*outdoor*), como ilustrado na Figura 8.



Figura 8- Layout do armazém de PA.

Em termos de armazenamento interior, o armazém apresenta uma área de aproximadamente 2060 m² e capacidade de armazenamento de cerca de 2500 paletes. Esta secção interior é composta por dois pisos, o *Floor 0* e o *Floor 1*, sendo que no *Floor 0* além da zona de armazenamento de produtos também existe uma área de *picking*.

O *Floor 1* possui 210 m² e capacidade para armazenar 70 paletes. No *Floor 0* podem ser armazenadas 2430 paletes, sendo que a área de *picking*, próxima do local de carregamento dos veículos de transporte de mercadorias, tem capacidade para, aproximadamente, 120 paletes.

Relativamente ao espaço exterior de armazenagem, este está dividido em duas zonas: *Drive In Racks* e *Bassin*, ambas cobertas. O *Drive In Racks* possui capacidade para cerca de 130 paletes e o *Bassin* pode armazenar 50 paletes.

Na Figura 9 é possível observar-se a variação do número de paletes armazenadas no armazém de PA ao longo do ano de 2018. Pode-se constatar que os meses que apresentaram mais volume de stock foram Março e Outubro, com o número de paletes a aproximar-se de 2500 neste último. Por outro lado, os meses de Janeiro, Maio e Dezembro foram aqueles em que verificou um número inferior de paletes em armazém, com o valor mínimo de 2100 a ser atingido em Maio. O valor médio de número de paletes durante o ano de 2018 foi de cerca de 2250 unidades.

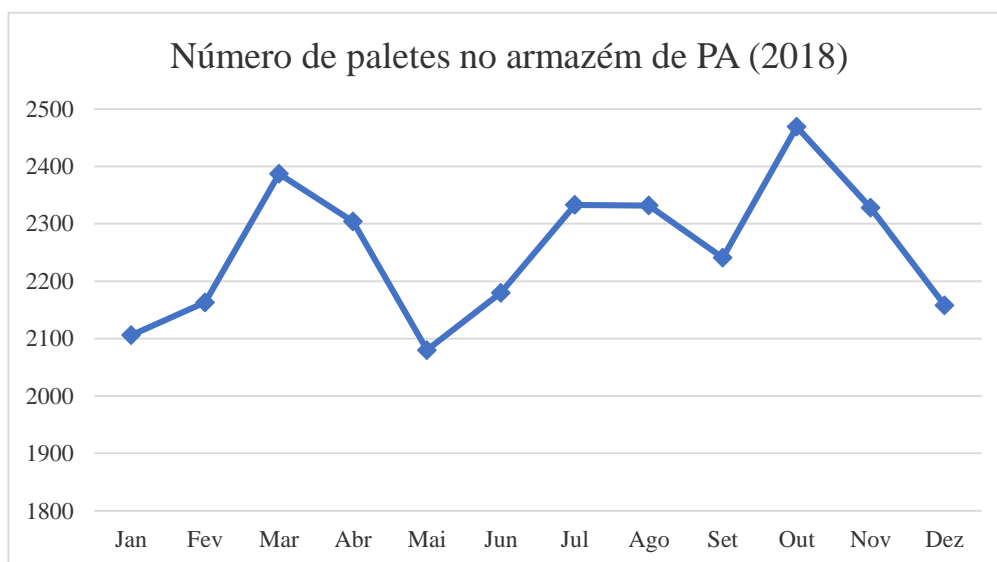


Figura 9- Variação do número de paletes em stock em 2018.

Do levantamento de todas as áreas e posições de armazenamento conclui-se que o armazém tem capacidade máxima para cerca de 2680 paletes em simultâneo.

No entanto, o espaço atualmente existente não é suficiente para o volume e diversidade de materiais que é necessário armazenar, uma vez que, por um lado, as paletes possuem peso e dimensões diferentes e, por outro lado, as posições de armazenagem suportam diferentes pesos e dimensões.

Como resultado da conjugação das especificidades existentes nas paletes a armazenar e nos locais de armazenagem, verifica-se que não existem posições de armazenagem suficientes para todas as paletes, algo que se espera poder-se vir a agravar com a previsão de um aumento do volume de produtos transacionados ao longo dos próximos anos a rondar o valor de 8% ao ano. Se a quantidade de stock em armazém acompanhar o crescimento previsto, o número de paletes armazenadas poderá aproximar-se de 3000 unidades em 2020, algo totalmente insustentável perante as condições de armazenagem atuais.

Desta forma, existe a necessidade de colocar bastantes paletes em locais indevidos, como locais de passagem de pessoas, veículos e mercadoria, algo que se pode observar na Figura 10.



Figura 10- Situação atual do armazém de PA.

3.2 Sistema de Informação

O sistema de informação (SI) utilizado na Sika Portugal é o SAP ERP. Este SI é um sistema integrado de gestão empresarial fornecido pela SAP SE, que é a empresa líder na área dos sistemas para gestão de empresas, possuindo cerca de 437.000 clientes em mais de 180 países (SAP SE 2019), cujo logotipo se encontra na Figura 11.



Figura 11- Logotipo do SAP (Fonte: SAP SE 2019).

A utilização deste sistema permite à empresa agregar na mesma plataforma as diversas áreas de gestão, eliminando tarefas redundantes e reunindo todos os dados no mesmo local.

No trabalho realizado ao longo desta dissertação, o SAP revelou-se uma ferramenta essencial no âmbito da aquisição de dados relativos a todas as operações logísticas realizadas na empresa. Não obstante a sua vital importância para o sucesso do projeto, a base de dados do SAP não foi suficiente para a obtenção de todos os dados necessários, uma vez que existiam algumas lacunas.

3.3 Descrição do Fluxo de Materiais

As operações que constituem o fluxo de materiais restrito à área do armazém de PA estão representadas na Figura 12. Posteriormente, encontra-se uma explicação mais detalhada de cada operação.

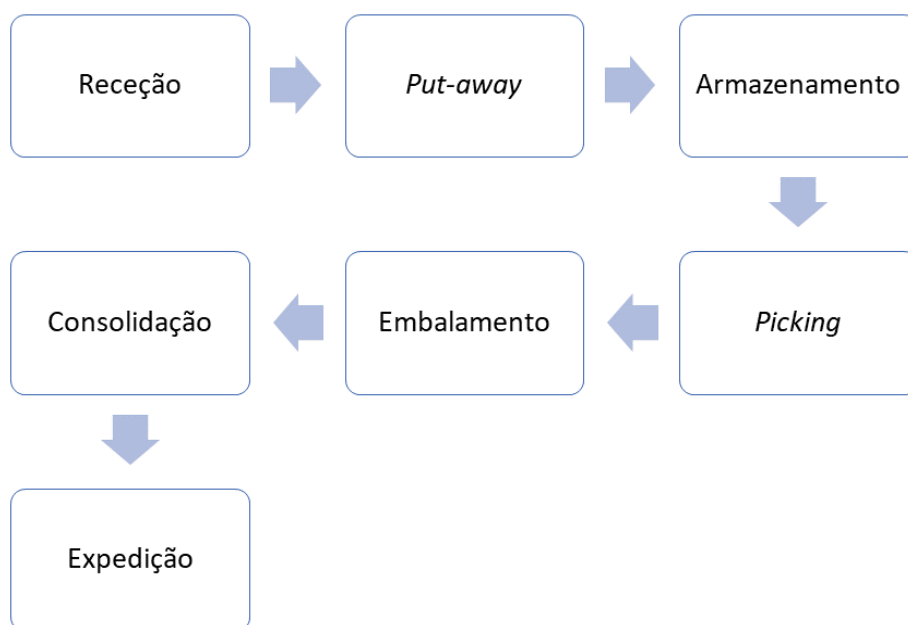


Figura 12- Operações realizadas no armazém de PA.

3.3.1 Operação de Receção

A receção dos materiais dá início ao processo de operações que são realizadas no armazém de PA.

Como mencionado anteriormente, os materiais recebidos podem ser originários de outras subsidiárias do grupo Sika ou da fábrica de Ovar, que partilha instalações com o armazém de PA. De acordo com a origem dos produtos, o processo de receção é diferente.

Sempre que as mercadorias a receber são provenientes das outras subsidiárias do grupo, o processo de receção inicia-se através de um aviso enviado desde o local de origem dos produtos até ao armazém de PA, de modo a ser possível conciliar a atividade de receção com as restantes atividades que decorrem no armazém.

Relativamente às receções de produtos produzidos localmente, estes são, numa primeira fase, colocados numa zona junto ao departamento de produção, que funciona como *buffer* dos

produtos acabados. Os produtos permanecem neste local até ser colocada uma Ordem de Transferência (OT) para os mesmos.

Aquando da receção efetua-se uma verificação dos produtos, comparando-se o código do artigo, a descrição, a quantidade (unitária e total) do que foi recebido com o documento de compra ou de confirmação de produção, dependendo da origem dos materiais.

3.3.2 Operação de *Put-away*

A operação de *put-away* consiste no deslocamento dos produtos previamente recebidos, desde a zona de descarga ou do departamento da produção até ao local onde estes serão armazenados no armazém de PA.

No caso dos produtos de produção local, a operação de *put-away* é despoletada pela colocação de uma Ordem de Transferência. O *put-away* dos produtos que não são produzidos localmente ocorre imediatamente após a receção dos mesmos.

Independentemente da origem, os produtos são conferidos à entrada do armazém, verificando-se se se trata do produto correto na quantidade correta.

3.3.3 Operação de Armazenamento

Após a movimentação, ocorre a colocação dos produtos nos espaços de armazenagem. Cada posição de armazenamento está associada a um produto específico, o que permite que os artigos sejam colocados num local fixo, evitando que o operador desperdice tempo a procurar uma posição livre para colocar o produto. O armazenamento em local fixo garante também que as paletes mais pesadas sejam armazenadas em locais cuja estrutura suporta pesos elevados.

No entanto, devido a aspetos relacionados com a estratégia praticada pelo grupo Sika, novos produtos são criados frequentemente, o que provoca uma necessidade crescente em termos de espaço e locais de armazenagem para estes novos produtos, num armazém que se encontra sobrelotado. Devido a este facto, alguns produtos são forçosamente colocados em posições indevidas.

3.3.4 Operação de *Picking*

O *picking* consiste na recolha dos produtos solicitados. A política de recolha utilizada no processo de *picking* no armazém de PA é o *picking* discreto ou recolha por encomenda. De forma a realizarem a recolha dos produtos, os operadores fazem-se acompanhar por um documento denominado Ordem de Transferência, onde estão presentes os produtos a recolher para cada encomenda e o número de unidades de cada artigo.

Esta é a operação que consome mais tempo aos operadores, uma vez que em cada Ordem de Transferência pode estar presente uma enorme diversidade de produtos, o que gera elevadas distâncias percorridas pelos operadores. A utilização da técnica de armazenamento de produtos em local fixo permite que os operadores não desperdicem tempo a procurar a localização do produto.

3.3.5 Operação de Embalamento

Recolhidos os produtos para expedição procede-se ao embalamento das paletes em filme plástico, o que confere uma maior estabilidade estrutural às paletes e aumenta o estado de conservação dos artigos. Esta superfície é mais uniforme do que os produtos, o que permite

que se coloque as informações que identificam os produtos e o destino das paletes nesta superfície.

Ainda nesta fase é realizada a verificação das paletes, conferindo todos os parâmetros que deverão ser cumpridos de modo a satisfazer as necessidades dos clientes.

3.3.6 Operação de Consolidação

A operação de consolidação ocorre quando os materiais já foram recolhidos da zona de armazenagem, embalados e aguardam expedição. Frequentemente demasiados produtos encontram-se na fase da consolidação, o que motiva a colocação de algumas paletes em locais indevidos, como os corredores destinados à circulação de pessoas.

3.3.7 Operação de Expedição

O processo de expedição conclui o fluxo de materiais no armazém de PA e consiste na carga dos produtos consolidados para o interior do veículo encarregado do transporte dos artigos. As paletes são colocadas segundo o critério LIFO - *Last In First Out*, ou seja, a primeira paleta a entrar no veículo corresponderá ao último cliente a ser visitado na rota de distribuição.

No armazém de PA existem dois cais para expedição de mercadorias. No entanto, o grande volume de produtos em fase de consolidação e a falta de espaço de armazenagem forçam a colocação de produtos numa zona que bloqueia o acesso a um dos cais. Desta forma, apenas um dos cais está operacional.

3.4 Descrição do Fluxo de Informação

O fluxo de informação relativo ao processo de tratamento e de entrega das encomendas está dividido em duas fases. A primeira fase é predominantemente da responsabilidade do Serviço de Apoio ao Cliente e termina aquando da colocação da Ordem de Venda (OV) no SAP. A segunda fase é maioritariamente efetuada pelo armazém e pelo Planeamento e termina aquando da entrega da encomenda ao cliente. O primeiro nível deste processo pode ser observado na Figura 13.



Figura 13- Primeiro nível do processo de preparação das encomendas.

A primeira fase do processo de tratamento e de entrega das encomendas está presente no Anexo B e representa o segundo nível de modelação do processo. Esta fase inicial é despoletada pela colocação da encomenda pela parte do cliente. A colocação da encomenda pode ser realizada de diferentes formas: através do envio de um e-mail, da realização de uma chamada telefónica, do envio de um fax ou através da plataforma digital *e-shop*. Esta última é uma ferramenta B2B que pode ser encontrada no *website* da Sika e permite um processo de encomenda rápido e simples, sendo que o cliente usufrui de algumas vantagens ao utilizar este serviço, como o seguimento do estado da encomenda ou a consulta do seu histórico de compras e das suas faturas.

Após a colocação da encomenda, o Sistema de Apoio ao Cliente (SAC) procede à verificação da mesma, conferindo a designação do produto, quantidade, preço, prazo, morada de entrega e se o produto é levantado no armazém ou não.

Caso existam atributos incorretos, o procedimento a seguir depende de qual o atributo colocado de forma incorreta. Se o atributo incorreto for o preço, é realizado um pedido de validação ao Departamento Comercial que delibera, baseado em diversos fatores, a aprovação do mesmo. Caso este não seja validado é estabelecido contacto com o cliente de modo a retificar o preço. Se qualquer um dos restantes atributos da encomenda estiver incorreto, o SAC contacta o cliente de forma a procederem à correção do mesmo.

Após a retificação dos atributos da encomenda, ou se esta não possuir qualquer atributo incorreto, o SAC procede à colocação da encomenda no SAP, preenchendo todos os campos requeridos no software. De seguida, o SAC verifica se o cliente que colocou a encomenda possui qualquer impedimento de crédito e se o cliente possuir impedimento de crédito, o SAC contacta o Departamento Financeiro, que procede a uma análise da situação. No caso de não existir impedimento de crédito ou o Departamento Financeiro aprovar o impedimento de crédito do cliente, o SAC cria a Ordem de Venda e o documento de confirmação. A Ordem de Venda é de seguida enviada para o armazém e o documento de confirmação é enviado para o cliente, que terá a função de analisar este documento e no caso de haver alguma discrepância com a sua encomenda deverá informar o Serviço de Apoio ao Cliente.

A chegada da Ordem de Venda ao armazém de Ovar dá início à segunda fase do processo, fase esta que é da responsabilidade do armazém, do Planeamento, da Produção e do *Procurement*. As etapas a serem realizadas desde a chegada da guia de preparação ao armazém até à entrega no cliente podem ser observadas no Anexo C, representadas no segundo nível de modelação do processo.

Após inserir a OV no SAP, o procedimento a seguir dependerá da estratégia de stock definida para o artigo encomendado. No caso de a estratégia de stock definida ser *Make to Stock* (MTS), deverá existir stock deste produto em armazém. No entanto, poderá não existir stock ou o stock existente não ser suficiente para atingir a quantidade solicitada. Neste caso, terá de se proceder à produção do mesmo – se for produzido localmente – ou à transferência deste – se não for produzido localmente. A quantidade a produzir ou transferir é dada pela soma do remanescente necessário para cumprir a encomenda com a quantidade de stock de segurança definido para o artigo.

Se a estratégia de stock for *Make to Order* (MTO), significa que não é mantida qualquer unidade deste artigo em stock e, por conseguinte, terá de se proceder à produção ou transferência da quantidade encomendada.

De forma a efetuar-se a produção dos materiais necessários, o Planeamento insere uma Ordem de Produção (OP) no SAP, que será posteriormente confirmada pela Produção e os produtos acabados são enviados para o armazém, após produção. Aquando da necessidade de transferência de materiais, o Planeamento envia uma requisição de compra para o *Procurement*, que tem a função de criar uma Ordem de Compra e enviar à subsidiária responsável pela produção deste artigo. De seguida, os produtos são recebidos no armazém de PA.

Quando os artigos estão prontos para expedição, o armazém cria uma Guia de Remessa (GR) e passa à preparação da expedição. O processo de expedição dependerá da forma como os produtos são entregues ao cliente, sendo que este pode optar por recolher os produtos diretamente no armazém ou recebê-los nas suas instalações. Se houver necessidade de transporte, é realizada a reserva do mesmo e são impressos os rótulos de palete. O transporte poderá ser efetuado pelas empresas Torrestir ou Transportes Centrais de Canelas, dependendo

da área geográfica onde será realizada a entrega ao cliente. Se a Torrestir for incumbida pelo transporte é ainda necessário realizar-se a documentação deste.

3.5 Situação Atual da Receção

O resumo mensal das atividades de receção de mercadorias via transferência e produção local relativos ao ano de 2018 está representado na Tabela 4. Nesta tabela, podemos observar que em termos de peso recebido existiu um grande equilíbrio no que diz respeito à origem dos produtos, com uma média mensal de 501.600 kg provenientes de produção local e 582.400 kg de transferência.

O mesmo equilíbrio não se verificou no número de unidades recebidas, uma vez que cerca de 75% das unidades recebidas são originárias de transferência e apenas cerca de 25% das unidades são produzidas no complexo fabril de Ovar. Isto pode ser explicado pelo facto de, em média, os produtos obtidos por transferência apresentarem dimensões e peso inferiores relativamente às unidades produzidas localmente.

Tabela 4- Detalhes da receção em 2018.

	Média Mensal		
	Produção Local	Transferências	Total
Número de Receções	86	260	346
Peso Recebido (kg)	501.600	582.400	1.084.000
Unidades Recebidas	50.200	158.800	209.000
Paletes Recebidas	963	737	1.700

De forma a obterem-se os detalhes precisos de todos os movimentos de receção de materiais ao longo de 2018 foi necessário realizar o levantamento e tratamento dos dados, consultados na base de dados da empresa. Aquando da recolha destes dados foi constatado que existiam algumas lacunas na base de dados, o que fez com que este tenha sido um processo bastante moroso, visto que os dados omissos tiveram de ser obtidos através de trabalho no terreno.

3.6 Situação Atual da Expedição em Mercado Interno

Os movimentos de expedição em mercado interno durante o ano de 2018 estão sumarizados na Tabela 5. É possível verificar-se que o número de encomendas foi de aproximadamente 1.020 por mês e que foram expedidas cerca de 170.000 unidades em 990 paletes mensalmente.

Relativamente ao peso expedido, seria de esperar que este valor fosse inferior ao do peso recebido, o que se verificou. Durante o ano de 2018, foi expedido uma média de 700.000 kg por mês, valor inferior aos 1.084.000 kg recebidos. A diferença destes valores corresponde aos produtos recebidos que permaneceram em armazém no final do mês e aqueles que foram comercializados em mercado externo.

Mensalmente são criadas 1.250 Guias de Remessa, sendo que cada Guia de Remessa apresentou uma média de três linhas, o que significa que, em cada operação de *picking* foi efetuada a recolha de três materiais diferentes em média.

Tabela 5- Detalhes da expedição em 2018.

	Média Mensal
Número de Encomendas	1.020
Unidades Expedidas	170.000
Paletes Expedidas	990
Peso Expedido (kg)	700.000
Número de GR	1.250
Número de Linhas	3.750

As dificuldades sentidas ao nível da obtenção de dados relativos aos movimentos de receção foram de igual forma verificadas aquando da necessidade de obtenção dos dados referentes aos movimentos de expedição, processo que também se revelou algo moroso devido às horas despendidas em trabalho de terreno a obter as informações em falta.

4 Proposta de Metodologia para Definição da Operação Futura da Empresa

De forma a estudar qual a melhor solução a adotar para superar os problemas logísticos com que a empresa se depara recorreu-se ao Método Analítico Hierárquico (AHP). Este é um método multicritério de apoio à decisão que permite avaliar simultaneamente critérios qualitativos e quantitativos.

A seleção do método AHP baseou-se no facto de este ser um método simples, de fácil aplicação, que permite a análise conjunta de critérios qualitativos e quantitativos, de fácil visualização através da estruturação do problema em árvore e devido a existir ampla documentação acerca deste método.

O processo de decisão foi iniciado com a identificação das atividades que provocam as dificuldades com que a empresa se depara. Posteriormente, foram estabelecidos os cenários alternativos que permitirão à empresa suplantar estas dificuldades. Determinadas as possíveis soluções futuras, seguiu-se a fase de especificar quais os critérios mais relevantes a considerar, de modo a restringir a lista das potenciais alternativas.

Dado que o *outsourcing* das atividades logísticas se encontrava entre as opções futuras de operação da empresa, passou-se à determinação de potenciais parceiros logísticos e foi realizado um primeiro contacto com as empresas. Deste primeiro contacto foi possível restringir os operadores logísticos (OL), em virtude de algumas incompatibilidades verificadas com certas empresas contactadas. Este primeiro contacto permitiu também obter um maior conhecimento acerca dos operadores logísticos e a partilha de necessidades de ambas as partes. Seguiu-se a partilha de informação relativa às atividades de receção, armazenamento e distribuição da empresa subcontratadora, a Sika. Assim, foi possível às empresas prestadoras de serviços logísticos avaliar a exequibilidade da parceria e, nos casos em que esta foi considerada exequível, foi enviada uma proposta de prestação dos serviços logísticos à empresa subcontratadora.

Reunidas todas as informações requeridas para a aplicação do método AHP, foi possível estruturar o modelo de apoio à decisão, uma vez que já estavam definidos objetivos, critérios e alternativas. De seguida, passou-se à determinação das prioridades dos critérios de seleção e determinação das prioridades das alternativas, o que permitiu obter uma classificação final dos cenários futuros.

O processo acima descrito pode ser observado na Figura 14, sendo que uma descrição mais detalhada de cada etapa está presente posteriormente.

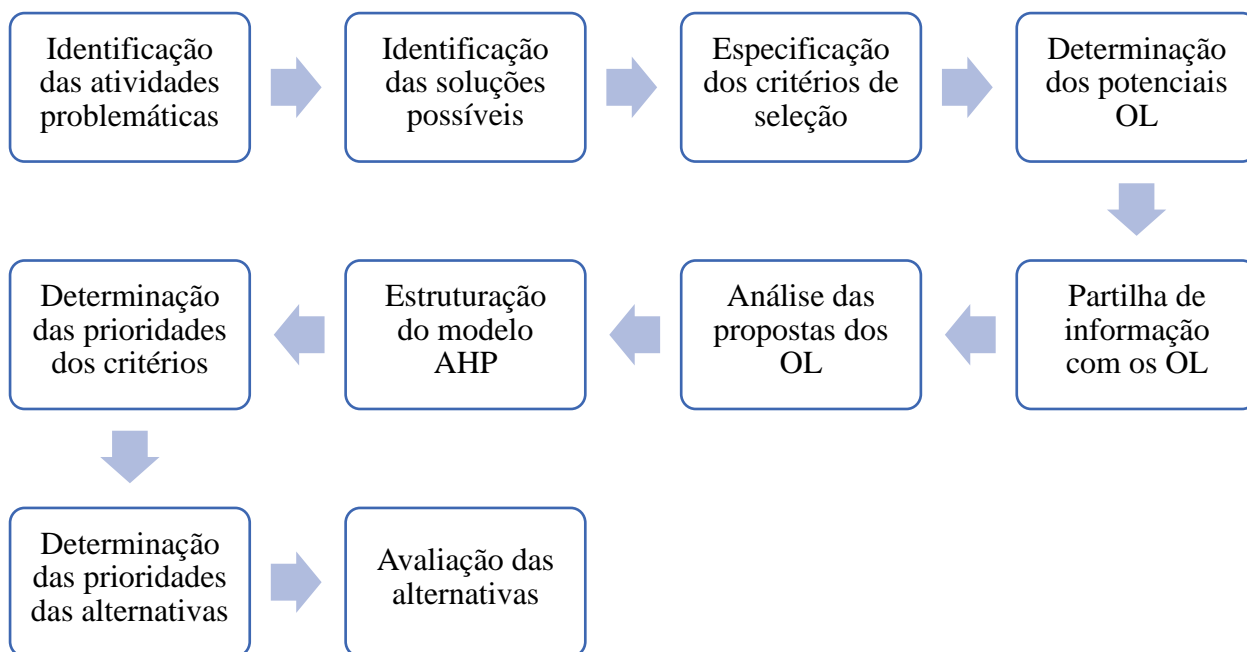


Figura 14- Processo de definição da operação futura da empresa.

4.1 Identificação das atividades problemáticas

As dificuldades atualmente verificadas no armazém de PA da Sika passam em grande parte pela falta de espaço de armazenagem, resultado da política expansionista praticada pelo grupo multinacional à qual a empresa pertence, que tem apresentado crescimento em termos de diversidade e volume de produtos transacionados ao longo dos últimos anos, o que gera uma maior necessidade em termos de espaço de armazenagem, como referido na Secção 3.1. Assim, a armazenagem de materiais será uma das atividades logísticas sobre a qual irá incidir este processo de melhoria.

Associadas à armazenagem estão todas as operações realizadas em armazém referidas na Secção 2.5.2, uma vez que estas estão intrinsecamente ligadas, e a sua conjugação compõe o fluxo de materiais em armazém. Essas atividades são:

- Receção;
- Conferência;
- Arrumação;
- *Picking*;
- Preparação;
- Expedição.

De forma a solucionar o problema verificado em termos de falta de espaço de armazenagem de produtos, será necessária uma abordagem que tenha em consideração todas as operações associadas à armazenagem, desde a receção do produto até que este é expedido para o cliente, incluindo também o transporte.

4.2 Identificação das soluções possíveis

As alternativas selecionadas para solucionar a ausência de espaço de armazenagem no armazém de PA incidem na deslocação de parte da mercadoria armazenada para outro local. Atualmente, o único local de armazenamento de produtos é o armazém de PA de Ovar. Qualquer das soluções propostas pressupõem a continuidade deste armazém, contudo tornando-se este responsável por armazenar apenas parte da mercadoria que atualmente alberga. As diferentes alternativas em estudo diferem no que diz respeito à localização do novo local de armazenagem e no responsável pela logística do mesmo.

Desta forma, as alternativas a considerar resumem-se às seguintes:

1. *Outsourcing* das atividades logísticas em armazém com operação partilhada ou dedicada;
2. Aquisição de um armazém e *insourcing* das atividades logísticas.

Relativamente à opção de externalização das atividades logísticas é necessário considerar diferentes parceiros logísticos, de modo a poder ser eleito aquele cujas relações beneficiarão mais ambas as partes envolvidas.

4.3 Especificação dos critérios de seleção

Definidas as alternativas futuras, segue-se o processo de definição dos critérios considerados para o processo de decisão. Estes critérios foram separados em quatro conjuntos, que representam os quatro critérios selecionados. Cada critério, representado posteriormente por uma letra, é composto por uma série de subcritérios, representados por duas letras.

Os critérios e subcritérios estão apresentados de seguida, com uma breve descrição de cada um.

- A. Custo (C)** – representa o custo total ao efetuar-se a opção por cada uma das alternativas. Os seus subcritérios são os seguintes:
- A.1. Custos de armazenamento (CA)** – refere-se ao custo de armazenamento associado às diferentes alternativas possíveis;
 - A.2. Custos de transporte (CT)** – refere-se ao custo de transporte de cada um dos cenários futuros;
 - A.3. Custos de implementação (CI)** – refere-se ao custo de implementação de cada uma das alternativas em estudo;
 - A.4. Outros custos (OC)** – compreende todos os custos não incluídos nas categorias supracitadas.
- B. Desempenho Operacional (D)** – representa o desempenho previsto de cada uma das diferentes alternativas na área de negócio onde se insere a Sika. Inclui os seguintes subcritérios:
- B.1. Gama de serviços (GS)** – compreende a capacidade de cada uma das alternativas ponderadas em desempenhar todos os serviços necessários para a continuidade do bom funcionamento das diferentes atividades realizadas. Inclui também a capacidade em prestar serviços de pré-venda, pós-venda e de valor acrescentado;
 - B.2. Equipamentos (EQ)** – maioritariamente relacionado com os equipamentos existentes para a realizar as diferentes operações em armazém;

B.3. Sistemas de informação (SI) – refere-se a qual o sistema de informação utilizado, a segurança da informação partilhada e a facilidade em partilhar informação de cada alternativa;

B.4. Experiência na área (EA) – representa a experiência recente de cada uma das alternativas na área de negócio em questão.

C. Qualidade (Q) – baseia-se na qualidade apresentada pelas diferentes alternativas na realização das diferentes operações. Apresenta os seguintes como subcritérios:

C.1. Reputação (RE) – refere-se à opinião pública de todos os envolvidos no mercado acerca das diferentes alternativas em estudo;

C.2. Normas de Ambiente e Segurança (AS) – representa as normas adotadas pelas alternativas ponderadas em termos de ambiente e segurança;

C.3. Normas de Qualidade (NQ) – refere-se às normas de qualidade pelas quais as diferentes alternativas se regem.

D. Outros (O)

D.1. Flexibilidade (FL) – reflete-se na capacidade das alternativas em estudo em adaptarem-se a alterações de forma rápida e eficaz. Estas alterações podem ser em termos de qualquer parâmetro cuja alteração se verifique relativamente ao inicialmente estabelecido;

D.2. Localização (LO) – refere-se à localização das instalações, avaliado em termos de proximidade à unidade de Ovar;

D.3. Cobertura Geográfica (CG) – representa a cobertura geográfica alcançada pelas operações de distribuição das diferentes alternativas ponderadas;

D.4. Situação Financeira (SF) – refere-se à situação financeira atual apresentada pelas alternativas em estudo. Uma melhor situação financeira traduz-se num menor risco e numa melhoria regular dos equipamentos e tecnologias.

4.4 Operadores Logísticos potenciais

A lista inicial dos potenciais operadores logísticos foi construída através de uma pesquisa de mercado baseada na experiência dos membros da equipa do projeto e em pesquisas na internet. O primeiro contacto foi estabelecido através de correio eletrónico, onde se comunicou a intenção de recorrer aos seus serviços.

Os fornecedores que demonstraram interesse em prestar serviços logísticos à Sika foram convocados para uma reunião nas instalações de Ovar, de modo a ser possível um conhecimento pessoal dos intervenientes de ambas as partes e a partilha de informação relativa ao projeto. Estas reuniões incluíram também uma visita às instalações de produção e armazenamento da Sika.

Estabelecido o contacto com os potenciais parceiros logísticos, a fase seguinte consistiu na partilha de informações relacionadas com as operações logísticas realizadas em armazém pela empresa subcontratadora.

Esta etapa envolveu, num primeiro momento, a recolha e tratamento de dados relativos à receção, ao armazenamento, à expedição e à distribuição de materiais, seguido do envio dos dados tratados às empresas prestadoras de serviços logísticos, que tiveram a função de analisar os dados e responder com uma proposta, caso demonstrassem interesse em estabelecer a parceria. A partir das respostas obtidas dos operadores logísticos foi possível

avaliá-los relativamente aos diferentes subcritérios definidos, o que está descrito posteriormente na Secção 4.7.

Paralelamente, foi estudada a alternativa que consiste na aquisição de um armazém e *insourcing* das atividades logísticas de forma a ser possível realizar-se a comparação entre esta alternativa e os restantes cenários.

4.5 Estruturação do modelo AHP

Determinadas as alternativas, os subcritérios, os critérios e o objetivo do projeto, é possível construir o modelo AHP, cuja árvore se encontra representada na Figura 15. Nesta figura, podemos observar os quatro níveis hierárquicos definidos, iniciando desde o topo com o objetivo do método, seguido dos critérios de seleção e respetivos subcritérios e finalizando na base do modelo com as alternativas estudadas.

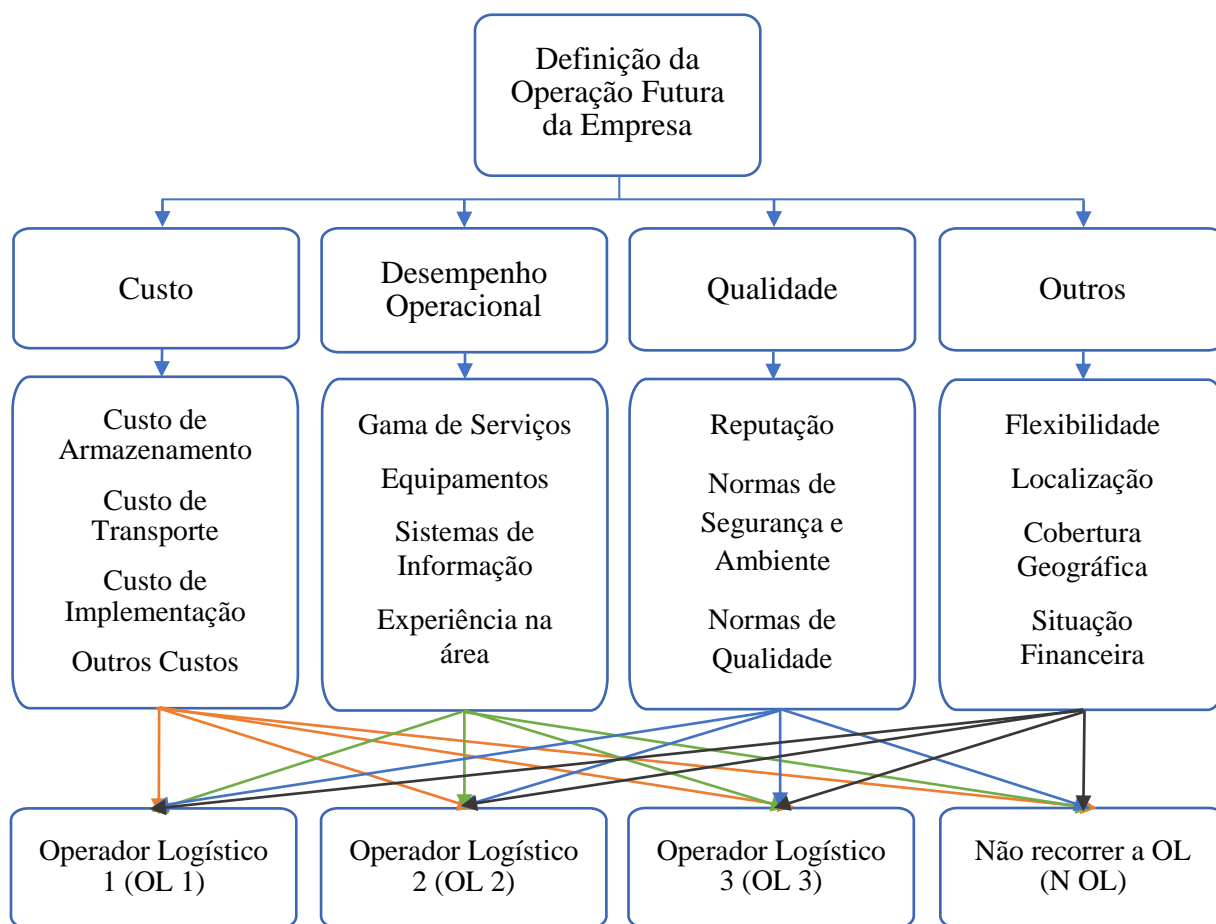


Figura 15- Modelo hierárquico AHP.

4.6 Determinação das prioridades dos critérios e subcritérios de seleção

Após hierarquizar todos os elementos do modelo, segue-se a definição das prioridades dos critérios e subcritérios de seleção, algo que é alcançado através da comparação binária entre estes. A comparação entre os diferentes elementos foi estabelecida de acordo com as prioridades da empresa para este projeto e foi realizada em Microsoft Office Excel.

Numa primeira fase, efetuou-se a comparação binária entre subcritérios pertencentes ao mesmo critério, seguido da comparação entre critérios. Uma vez que fazem parte do modelo 15 subcritérios e 4 critérios, foi necessário efetuar-se 27 comparações binárias, num total de 5

matrizes comparativas - 4 para a comparação de subcritérios relativamente aos critérios e 1 para a comparação de critérios relativamente ao objetivo.

Desta forma, é possível obter-se os vetores de prioridades (ω), que representam a importância de cada subcritério e critério em relação ao elemento localizado no nível hierárquico imediatamente acima, ou seja, a importância de cada subcritério relativamente ao critério onde está inserido e a importância de cada critério relativamente ao objetivo do projeto.

4.6.1 Critérios

A matriz comparativa entre critérios relativamente ao objetivo estabelecido, o vetor prioridades dos critérios definidos e o Rácio de Consistência da matriz estão apresentados na Figura 16.

	C	D	Q	O	
C	1	1	3	1	$\omega = [0,29 \ 0,39 \ 0,08 \ 0,24]$ RC = 0,02 Consistente (RC<0,1)
D	1	1	5	2	
Q	1/3	1/5	1	1/3	
O	1	1/2	3	1	

Figura 16- Matriz comparativa entre critérios, vetor de prioridades (ω) e Rácio de Consistência (RC).

A matriz presente na Figura 16 é interpretada da seguinte forma:

- O critério “Custo” (C) é igualmente preferido relativamente ao critério “Desempenho Operacional” (D), moderadamente preferido relativamente ao critério “Qualidade” (Q) e igualmente preferido relativamente ao critério “Outros” (O);
- O critério “Desempenho” (D) é muito preferido relativamente ao critério “Qualidade” (Q) e entre igualmente preferido (1) e moderadamente preferido (3) relativamente ao critério “Outros” (O);
- Por fim, o critério “Outros” (O) é moderadamente preferido relativo ao critério “Qualidade” (Q).

Definida a matriz de comparação, passa-se ao cálculo do vetor de prioridades (ω), que é obtido através das seguintes etapas:

1. Normalização da matriz;
2. Cálculo da média aritmética dos elementos de cada linha da matriz normalizada, ilustrado na Figura 17;

	C	D	Q	O	Média Aritmética
C	0,300	0,370	0,250	0,231	0,288
D	0,300	0,370	0,417	0,462	0,387
Q	0,100	0,074	0,083	0,077	0,084
O	0,300	0,185	0,250	0,231	0,241

Figura 17- Matriz de comparação normalizada e média aritmética de cada linha.

3. Elementos da média aritmética de cada linha correspondem aos elementos do vetor de prioridades $\omega = [0,29 \ 0,39 \ 0,08 \ 0,24]$.

De forma a verificar-se a consistência da matriz, é calculado o Rácio de Consistência, cujo valor terá de ser inferior a 0,1 de modo a ser possível afirmar-se que a matriz é consistente.

As etapas que constituem a verificação da consistência da matriz são as seguintes:

1. Cálculo do valor próprio da matriz de comparação dos critérios de seleção (λ_{\max}):
 - a. Cálculo dos elementos correspondentes à soma dos valores de cada coluna da matriz original;
 - b. Multiplicação dos elementos do vetor ω pelos elementos calculados no passo anterior;
 - c. Soma dos elementos resultantes da multiplicação realizada no passo anterior.

$$\lambda_{\max} = 0,288 \cdot 3,33 + 0,387 \cdot 2,70 + 0,084 \cdot 12,00 + 0,241 \cdot 4,33 = 4,054.$$

2. Determinação do valor do Índice de Consistência (IC):

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4,054 - 4}{4 - 1} = 0,018$$

3. Cálculo do Rácio de Consistência (RC):

$$RC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,018}{0,9} = 0,02$$

O valor de IR é o obtido na Tabela 3.

Conferida a consistência da matriz em causa procede-se, finalmente, à classificação dos critérios de seleção. O *ranking* dos critérios está presente na Tabela 6.

Tabela 6- *Ranking* dos critérios de seleção.

Ranking dos critérios	
D	0,387
C	0,288
O	0,241
Q	0,084

Observando-se a Tabela 6, é possível afirmar que o critério mais importante é “Desempenho Operacional” (D), com um peso de 0,387, seguido do critério “Custo” (C), com um peso de 0,288. Em terceiro lugar encontra-se o critério “Outros” (O), cujo peso atinge o valor de 0,241 e o menos importante é “Qualidade” (Q), que apresenta um peso de apenas 0,084.

4.6.2 Subcritérios

O procedimento referido na Secção 4.6.1 foi aplicado também aos quatro critérios de seleção, obtendo-se, no final, a classificação dos diferentes subcritérios relativamente ao critério correspondente.

Custo

O primeiro critério a ser analisado foi o critério “Custo” (C). A matriz comparativa entre subcritérios relativamente ao critério “Custo” está presente na Figura 18, assim como o vetor de prioridades do critério “Custo” e o Rácio de Consistência.

	CA	CT	CI	OC	
CA	1	2	1/5	1/3	$\omega C = [0,11 \ 0,06 \ 0,59 \ 0,23]$ $RC C = 0,07$ <div>Consistente (RC<0,1)</div>
CT	1/2	1	1/7	1/4	
CI	5	7	1	4	
OC	3	4	1/4	1	

Figura 18- Matriz comparativa entre subcritérios, vetor de prioridades (ωC) e Rácio de Consistência (RC C).

Desempenho Operacional

De seguida, passou-se à análise do critério “Desempenho Operacional”. A matriz comparativa entre subcritérios relativamente este critério está presente na Figura 19, assim como o vetor de prioridades do critério “Desempenho Operacional” e o Rácio de Consistência.

	GS	EQ	SI	EA	
ES	1	7	1	3	$\omega D = [0,40 \ 0,05 \ 0,37 \ 0,17]$ $RC D = 0,06$ <div>Consistente (RC<0,1)</div>
EQ	1/7	1	1/5	1/5	
SI	1	5	1	3	
EA	1/3	5	1/3	1	

Figura 19- Matriz comparativa entre subcritérios, vetor de prioridades (ωD) e Rácio de Consistência (RC D).

Qualidade

O terceiro critério a ser estudado foi o critério “Qualidade”. A matriz comparativa entre subcritérios relativamente ao critério “Qualidade” está presente na Figura 20, assim como o vetor de prioridades deste critério e também o Rácio de Consistência correspondente.

	RE	AS	NQ	
RE	1	1/7	1/5	$\omega Q = [0,07 \ 0,64 \ 0,28]$ $RC Q = 0,08$ <div>Consistente (RC<0,1)</div>
AS	7	1	3	
NQ	5	1/3	1	

Figura 20- Matriz comparativa entre subcritérios, vetor de prioridades (ωQ) e Rácio de Consistência (RC Q).

Outros

Finalmente, procedeu-se à análise do critério “Outros”, cuja matriz comparativa entre critérios, vetor de prioridades e Rácio de Consistência estão ilustrados na Figura 21.

	FL	LO	CG	SF	
FL	1	3	2	6	$\omega O = [0,45 \ 0,16 \ 0,34 \ 0,05]$ $RC O = 0,08$ <div>Consistente ($RC < 0,1$)</div>
LO	1/3	1	1/3	5	
CG	1/2	3	1	8	
SF	1/6	1/5	1/8	1	

Figura 21- Matriz comparativa entre subcritérios, vetor de prioridades (ωO) e Rácio de Consistência (RC O).

A classificação dos subcritérios e respetivo peso relativamente aos critérios de seleção correspondentes está ilustrada na Figura 22.

Custo		Desempenho Operacional		Qualidade		Outros	
CI	0,593	GS	0,401	AS	0,643	FL	0,449
OC	0,234	SI	0,373	NQ	0,283	CG	0,339
CA	0,108	EA	0,171	RE	0,074	LO	0,163
CT	0,065	EQ	0,055			SF	0,049

Figura 22- Peso dos subcritérios relativamente aos critérios correspondentes.

Observando-se a Figura 22, é possível afirmar que o subcritério mais importante relativamente ao critério “Custo” é o subcritério “Custo de Implementação” (CI), com um peso de aproximadamente 0,59.

Relativamente ao critério “Desempenho Operacional” pode-se observar que os critérios mais importantes são “Gama de Serviços” (GS) e “Sistemas de Informação” (SI), com um peso de, respetivamente, 0,40 e 0,37.

Quanto ao critério “Qualidade” é possível verificar-se que o subcritério com maior peso é “Normas de Ambiente e Segurança” (AS), com uma importância bastante elevada (0,64).

Por fim, os subcritérios “Flexibilidade” (FL) e “Cobertura Geográfica” (CG) são os mais importantes relativamente ao critério “Outros”, sendo que estes apresentam um peso de 0,45 e 0,44 respetivamente.

4.7 Determinação das prioridades das alternativas

Obtidas as prioridades de todos os critérios e subcritérios, a etapa seguinte do método consiste em obter as prioridades de cada uma das quatro alternativas em relação a todos os subcritérios. Para tal, procedeu-se ao preenchimento de 15 matrizes comparativas, uma para cada subcritério.

O preenchimento das matrizes comparativas entre alternativas realizou-se com base nas propostas referidas na Secção 4.4 enviadas pelos operadores logísticos, na pesquisa de mercado realizada pela equipa responsável pelo projeto e no estudo da alternativa que consiste na aquisição de um armazém e *insourcing* das atividades logísticas.

Preenchidas as matrizes de comparação entre alternativas, calcularam-se os vetores de prioridades para cada matriz, verificou-se a consistência destas e estabeleceu-se a classificação de todas as alternativas relativamente a cada subcritério. A matriz comparativa

entre alternativas relativamente ao subcritério “Flexibilidade” (FL) está ilustrada na Figura 23.

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL	
OL 1	1	1	4	3	$\omega_{FL} = [0,39 \ 0,33 \ 0,09 \ 0,18]$
OL 2	1	1	3	2	
OL 3	1/4	1/3	1	1/3	RC FL = 0,04
N OL	1/3	1/2	3	1	

Consistente
(RC<0,1)

Figura 23 - Matriz comparativa entre alternativas, vetor de prioridades (ω_{FL}) e Rácio de Consistência (RC FL).

A interpretação da matriz presente na Figura 23 é realizada da seguinte forma:

- A alternativa “Operador Logístico 1” (OL 1) é igualmente preferida relativamente à alternativa “Operador Logístico 2” (OL 2), entre moderadamente (3) e muito (5) preferida relativamente à alternativa “Operador Logístico 3” (OL 3) e moderadamente preferida relativamente à alternativa “Não recorrer a OL” (N OL);
- A alternativa “Operador Logístico 2” (OL 2) é moderadamente preferida relativamente à alternativa “Operador Logístico 3” (OL 3) e entre igualmente (1) e moderadamente (3) preferido relativamente à alternativa “Não recorrer a OL” (N OL);
- A alternativa “Não recorrer a OL” (N OL) é moderadamente preferida relativamente à alternativa “Operador Logístico 3” (OL 3).

Desta forma, a classificação das diferentes alternativas relativamente ao subcritério “Flexibilidade” é a apresentada na Tabela 7.

Tabela 7- Peso das alternativas relativamente ao subcritério “Flexibilidade”.

Flexibilidade	
OL 1	0,394
OL 2	0,332
N OL	0,184
OL 3	0,089

O mesmo procedimento foi realizado para os restantes subcritérios, de forma a ser possível estabelecer-se as prioridades das diferentes alternativas relativamente a todos os subcritérios. As matrizes comparativas entre alternativas, os vetores prioridades de cada subcritério e os rácios de consistência das matrizes estão apresentados no Anexo D.

4.8 Avaliação das alternativas

Após o cálculo das prioridades das alternativas relativamente a cada um dos subcritérios, é possível construir a Tabela 8, que apresenta os critérios, subcritérios e alternativas e respetivas prioridades relativamente ao elemento hierárquico imediatamente superior.

Tabela 8 - Resumo das prioridades de critérios, subcritérios e alternativas.

Critérios	Prioridade dos Critérios	Subcritérios	Prioridade dos Subcritérios	Prioridade das Alternativas			
				OL 1	OL 2	OL 3	N OL
C	0,288	CA	0,108	0,291	0,064	0,420	0,225
		CT	0,065	0,519	0,073	0,286	0,121
		CI	0,593	0,201	0,287	0,471	0,041
		OC	0,234	0,197	0,169	0,239	0,394
D	0,387	GS	0,401	0,214	0,565	0,083	0,137
		EQ	0,055	0,234	0,495	0,068	0,202
		SI	0,373	0,224	0,184	0,079	0,513
		EA	0,171	0,264	0,137	0,534	0,065
Q	0,084	RE	0,074	0,199	0,424	0,090	0,287
		AS	0,643	0,225	0,401	0,092	0,282
		NQ	0,283	0,165	0,337	0,098	0,400
O	0,241	FL	0,449	0,394	0,332	0,089	0,184
		LO	0,163	0,101	0,112	0,262	0,526
		CG	0,339	0,380	0,427	0,069	0,124
		SF	0,049	0,367	0,151	0,201	0,281

Utilizando os valores calculados na Secção 4.8 apresentados na Tabela 8 e recorrendo à Equação 2.3, é possível calcular a prioridade de cada alternativa relativamente aos critérios e relativamente ao objetivo do projeto e ordená-las de acordo com o seu grau de prioridade.

O peso das diferentes alternativas relativamente aos critérios de seleção está apresentado na Figura 24.

Custo		Desempenho Operacional		Qualidade		Outros	
OL 3	0,399	OL 2	0,346	OL 2	0,385	OL 2	0,332
OL 1	0,230	N OL	0,269	N OL	0,316	N OL	0,324
OL 2	0,222	OL 1	0,228	OL 1	0,206	OL 1	0,227
N OL	0,149	OL 3	0,158	OL 3	0,094	OL 3	0,117

Figura 24- Peso das alternativas relativamente aos critérios de seleção.

Observando-se a Figura 24, é possível afirmar que a alternativa “Operador Logístico 2” (OL 2) apresenta o melhor desempenho em três dos quatro critérios de seleção, sendo que a alternativa “Operador Logístico 3” (OL 3) se superioriza às demais no critério “Custo”. A alternativa “Não recorrer a OL” (N OL) apresenta, à semelhança da alternativa OL 2, bom desempenho nos critérios “Desempenho Operacional”, “Qualidade” e “Outros”, mas apresenta-se como a pior alternativa no que diz respeito ao critério “Custo”. Finalmente, a alternativa “Operador Logístico 1” (OL 1) possui um desempenho médio em todos os critérios de seleção.

Como seria expectável, os critérios “Desempenho Operacional” e “Custo” apresentam uma relação de proporcionalidade inversa, uma vez que associado a um melhor desempenho operacional está um valor superior de investimento nas atividades e operações das empresas, o que se reflete em maiores custos.

Conhecido o peso de cada alternativa relativamente a cada critério e o peso de cada critério relativamente ao objetivo é possível, utilizando a Equação 2.3, calcular a prioridade de cada alternativa relativamente ao objetivo do projeto.

As prioridades globais das alternativas estão presentes na Tabela 9.

Tabela 9- *Ranking* das alternativas.

Ranking das Alternativas	
OL 2	0,307
OL 1	0,254
N OL	0,227
OL 3	0,212

Assim, é possível concluir que a alternativa com melhor desempenho global é “Operador Logístico 2” (OL 2), seguido de “Operador Logístico 1” (OL 1). A alternativa “Não recorrer a OL” (N OL) ocupa a terceira posição, sendo que a opção com pior desempenho global é “Operador Logístico 3” (OL 3), apesar de apresentar um desempenho próximo das demais.

Desta forma, a aplicação do Método Analítico Hierárquico sugere que se estabeleça uma parceria com o “Operador Logístico 2”. No entanto, as restantes alternativas não deverão ser desconsideradas, visto estas terem apresentado coeficientes de desempenho global elevados.

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O presente projeto, realizado na Sika Portugal, teve como principal objetivo desenvolver uma metodologia de apoio à decisão no sentido de apontar uma solução que permita ultrapassar o problema de espaço de armazenagem com que a empresa se depara no armazém de produto acabado (PA). Esta dificuldade sentida no armazém resulta em grande parte da política expansionista praticada pelo grupo multinacional à qual a empresa pertence, que apresenta um crescimento em termos de volume e diversidade de produtos transacionados, aumentando o seu portfólio de produtos ano após ano.

Numa fase inicial foram analisadas as operações realizadas no armazém de PA de Ovar e o levantamento e tratamento de todos os dados relacionados com os movimentos de receção, armazenamento e expedição realizados ao longo do ano de 2018, com o intuito de obter um pleno grau de compreensão acerca das operações logísticas realizadas pela empresa. O processo de análise foi moroso devido às lacunas encontradas na base de dados da empresa, que tiveram de ser resolvidas através de trabalho no terreno

De seguida, recorreu-se ao Método Analítico Hierárquico (AHP) de modo a definir qual o melhor cenário futuro de operação logística da empresa. O AHP é um método multicritério de apoio à decisão que, após implementação, sugere qual a alternativa mais indicada, tendo em conta uma série de critérios estabelecidos.

A aplicação do Método Analítico Hierárquico envolveu, numa primeira fase a definição do objetivo, dos critérios, dos subcritérios e das alternativas. Definido o objetivo do projeto, passou-se à definição dos critérios e subcritérios, tendo os critérios de seleção escolhidos sido os seguintes: “Custo”, “Desempenho Operacional”, “Qualidade” e “Outros”. Cada critério é composto por uma série de subcritérios, tendo o modelo final apresentado quinze subcritérios no total.

Por último, foram identificados os possíveis cenários futuros. Todas as alternativas estudadas envolvem a continuidade do armazém atualmente existente em Ovar, tornando-se este responsável por armazenar apenas parte da mercadoria que atualmente armazena. As diferentes opções diferem no que diz respeito à localização do novo local de armazenamento e ao seu modelo de gestão logística.

Como resultado do método AHP é sugerida a implementação de uma parceria com um dos operadores logísticos, denominado ao longo do presente relatório de “Operador Logístico 2”. Caso os responsáveis pelas decisões de gestão da empresa optem por constituir uma parceria com este operador logístico, parte dos materiais transacionados pela Sika Portugal passam a ser armazenados no armazém deste parceiro logístico, que será responsável por todas as operações logísticas associadas a estes produtos. Tal permitirá solucionar o problema com que a empresa inicialmente se encontrava através da libertação de espaço de armazenagem no armazém de PA de Ovar.

Embora fora do âmbito deste projeto, assinala-se que no processo de contratação desta parceria deverá ser definido o modelo de avaliação do desempenho do operador logístico escolhido.

Visando o objetivo principal do projeto – a resolução de um problema de escassez de espaço de armazenagem - podem ser considerados outros procedimentos a ser implementados no futuro próximo, tal como a redefinição da estratégia de *stocks* de produto acabado. Isto permitirá redefinir a quantidade de *stock* de segurança necessário, tendo em conta a procura de cada produto ao longo do ano, o que poderá proporcionar a redução do volume de materiais em armazém.

A metodologia desenvolvida e descrita neste relatório poderá ser adotada futuramente como ferramenta de auxílio à tomada de decisões complexas na empresa, uma vez que os membros envolvidos no projeto adquiriram um elevado grau de conhecimento acerca do método utilizado.

6 Referências

- Aguezzoul, Aicha. 2014. “Third-Party Logistics Selection Problem: A Literature Review on Criteria and Methods.” *Omega (United Kingdom)* 49: 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.05.009>.
- Andersson, Dan, and Andreas Norrman. 2002. “Procurement of Logistics Services—a Minutes Work or a Multi-Year Project?” *European Journal of Purchasing & Supply Management* 8 (1): 3–14. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(01\)00018-1](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(01)00018-1).
- Baitheimy, Jerome. 2003. “The Seven Deadly Sins of Outsourcing.” *Academy of Management Executive* 17 (2): 87–98. <https://pdfs.semanticscholar.org/5a1d/0bb91a53d1eb832d2482c584b9c726af71de.pdf>.
- Ballou, Ronald H. 2007. “The Evolution and Future of Logistics and Supply Chain Management.” *European Business Review* 19 (4): 332–48. <https://doi.org/10.1108/09555340710760152>.
- Beth, S, DN Burt, W Copacino, C Gopal, HL Lee, RP Lynch, and S Morris. 2003. “Supply Chain Challenges: Building Relationships.” *Harvard Business Review* 81 (7): 64–73, 117. <https://europepmc.org/abstract/med/12858712>.
- Carvalho, José Crespo de, and Tânia Ramos. 2016. *Logística Na Saúde*. http://www.silabo.pt/Conteudos/8445_PDF.pdf.
- Carvalho, José Crespo, Alcibíades Paulo Guedes, Ana Lúcia Martins, Ana Paula Barbosa Póvoa, Cristina Alves Luís, Eurico Brilhante Dias, João Carlos Quaresma Dias. 2017. *Logística e Gestão Da Cadeia de Abastecimento*. Edited by Edições Sílabo. Lisboa.
- CSCMP. 2013. “SCM Definitions and Glossary of Terms.” 2013. https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.asp.
- Dolgui, Alexandre, and Jean Marie Proth. 2010. *Supply Chain Engineering: Useful Methods and Techniques*. *Supply Chain Engineering: Useful Methods and Techniques*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84996-017-5>.
- Frazelle, Edward, McGraw-Hill New York, Chicago San, Francisco Lisbon, London Madrid, Mexico City, Milan New Delhi, and San Juan. 2002. “The Logistics of Supply Chain Management.” <https://doi.org/10.1036/0071418172>.
- Gadde, Lars-Erik, and Kajsa Hulthén. 2009. “Improving Logistics Outsourcing through Increasing Buyer–provider Interaction.” *Industrial Marketing Management* 38 (6): 633–40. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2009.05.010>.
- Göl, Hakan, and Bülent Çatay. 2007. “Third-party Logistics Provider Selection: Insights from a Turkish Automotive Company.” *Supply Chain Management: An International Journal* 12 (6): 379–84. <https://doi.org/10.1108/13598540710826290>.

- Gunasekaran, Angappa, and Zahir Irani. 2010. "Modelling and Analysis of Outsourcing Decisions in Global Supply Chains." *International Journal of Production Research* 48 (2): 301–4. <https://doi.org/10.1080/00207540903174775>.
- Hamel, Gary, and C. K. Prahalad. 1996. *Competing for the Future*. Harvard Business Review Press.
- Hertz, Susanne, and Monica Alfredsson. 2003. "Strategic Development of Third Party Logistics Providers." *Industrial Marketing Management* 32 (2): 139–49. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(02\)00228-6](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(02)00228-6).
- Ho, William, Ting He, Carman Ka, Man Lee, and Ali Emrouznejad. 2012. "Strategic Logistics Outsourcing: An Integrated QFD and Fuzzy AHP Approach." https://minerva-access.unimelb.edu.au/bitstream/handle/11343/118661/Strategic_logistics_18.pdf?sequence=3.
- Islam, Dewan Md Zahurul, J. Fabian Meier, Paulus T. Aditjandra, Thomas H. Zunder, and Giuseppe Pace. 2013. "Logistics and Supply Chain Management." *Research in Transportation Economics* 41 (1): 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.10.006>.
- Langley, C. John, and Infosys. 2019. "2019 THIRD-PARTY LOGISTICS STUDY - The State of Logistics Outsourcing." *19th Annual Study*.
- Moura, Benjamim. 2006. *Logística: Conceitos e Tendências*. Edited by Edições Centro Atlântico. Centro Atlantico.
- Porter, Michael E. 1985. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press. https://hollis.harvard.edu/primo-explore/fulldisplay?context=L&vid=HVD2&search_scope=everything&tab=everything&lang=en_US&docid=01HVD_ALMA211756120100003941.
- Prajogo, Daniel, Adegoke Oke, and Jan Olhager. 2016. "Supply Chain Processes." *International Journal of Operations & Production Management* 36 (2): 220–38. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2014-0129>.
- Roldão, Victor, and Joaquim Ribeiro. 2007. *Gestão Das Operações - Uma Abordagem Integrada*. Lisboa: Monitor - Projetos e Edições, Lda.
- Rushton, Alan, Phil Croucher, and Peter Baker. 2017. *The Handbook of Logistics and Distribution Management*. <https://www.wook.pt/livro/the-handbook-of-logistics-and-distribution-management-alan-rushton/18619779>.
- Saaty, Thomas L. 1990. "How to Make a Decision: Advice for Scientists." *European Journal of Operational Research*. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I).
- Saaty, Thomas L. 2008. "Decision Making with the Analytic Hierarchy Process." *Int. J. Services Sciences*. Vol. 1. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35403867/saaty_2008.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1558949230&Signature=8v2DXTRGDgnY4OfQMJLWNberUzc%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DDecision_making_with_the_analytic_hierar.pdf.
- SAP SE. 2019. "About SAP SE: Global Company Information." 2019. <https://www.sap.com/corporate/en/company.html>.
- Selviaridis, Konstantinos, and Martin Spring. 2007. "Third Party Logistics: A Literature Review and Research Agenda." *The International Journal of Logistics Management* 18 (1): 125–50. <https://doi.org/10.1108/09574090710748207>.
- Sika Group. 2019. "History." 2019.

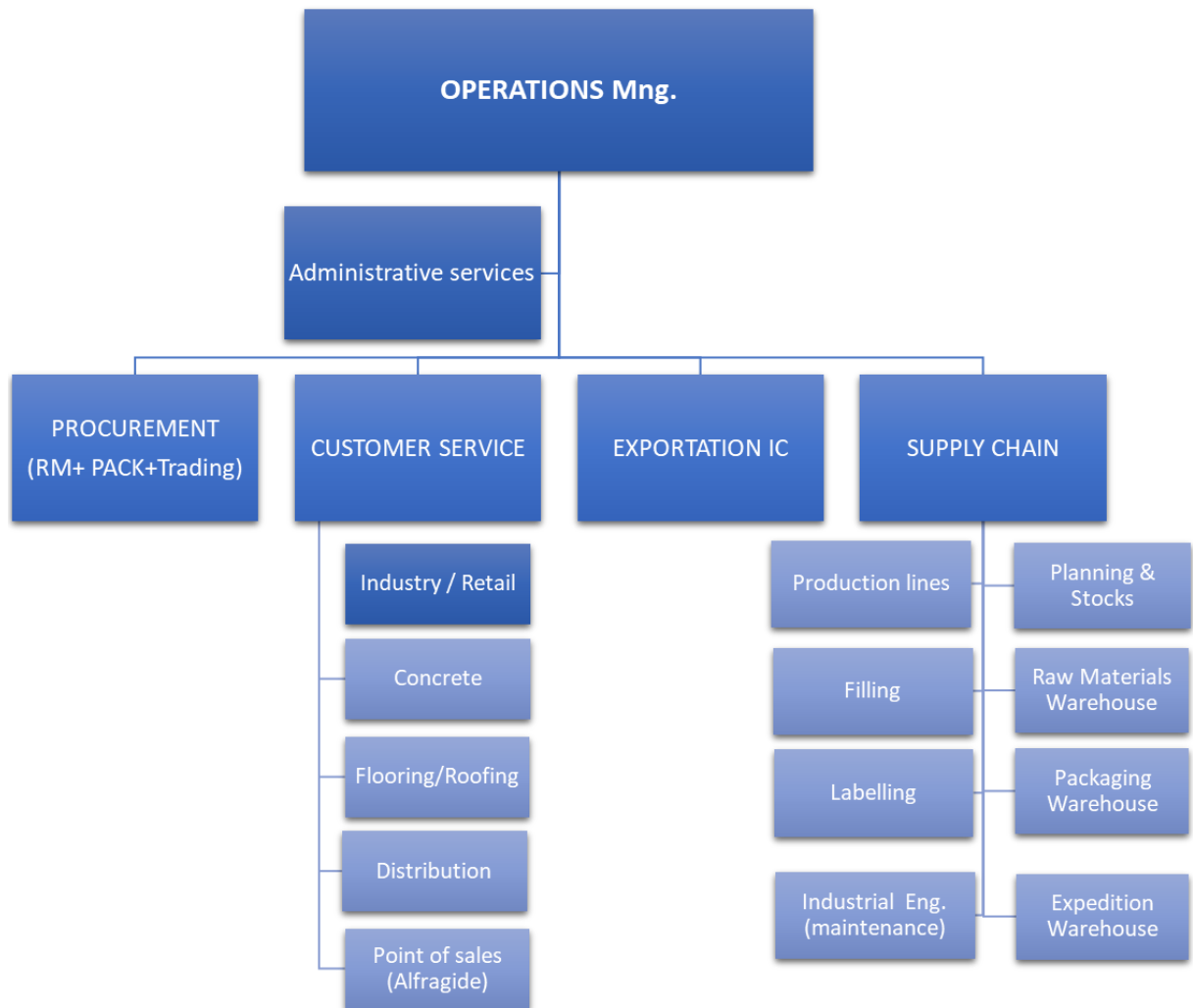
<https://www.sika.com/content/corp/main/en/group/Aboutus/History.html>.

Sika Portugal. 2018. “Procedimento Geral Da Qualidade e Ambiente Nº 6 – Manual de Acolhimento.”

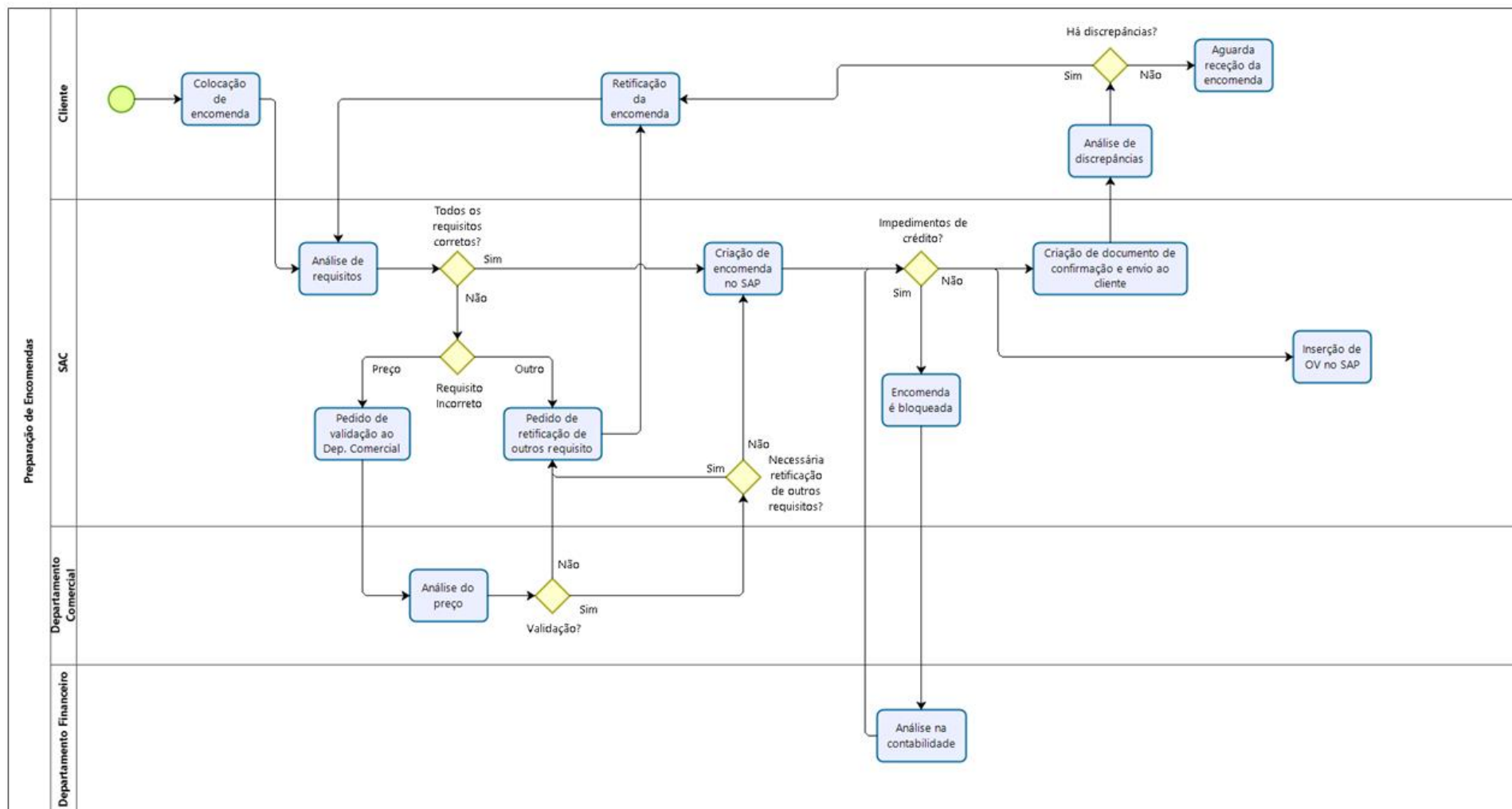
United States Agency for International Development. 2012. “Manual De Logística: Um Guião Prático Para a Gestão Da Cadeia de Abastecimento de Produtos Farmaceuticos.” <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s20211pt/s20211pt.pdf>.

Wu, Haw-jan, and Steven C Dunn. 1995. “Environmentally Responsible Logistics Systems” 25 (2): 20–38.

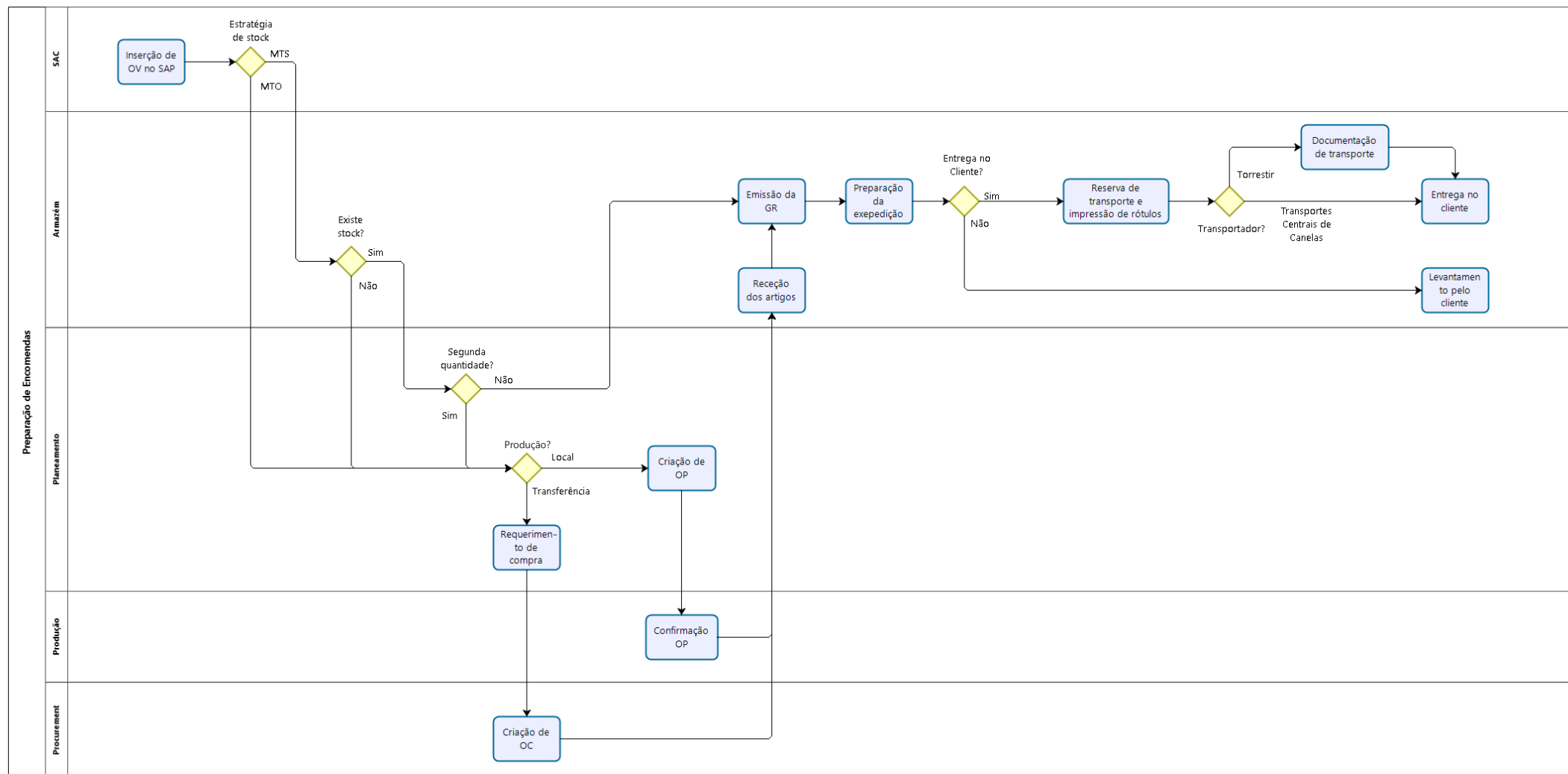
ANEXO A: Organograma do Departamento de Operações e *Supply Chain*



ANEXO B: Fluxo de Informação - Verificação da Encomenda



ANEXO C: Fluxo de Informação - Tratamento da Expedição



ANEXO D: Matrizes comparativas entre alternativas relativamente aos subcritérios

Custo de Armazenamento (CA)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL		Ranking de alternativas	
OL 1	1	4	1	1	$\omega_{CA} = [0,29 \ 0,06 \ 0,42 \ 0,22]$	OL 3	0,420
OL 2	1/4	1	1/6	1/4		OL 1	0,291
OL 3	1	6	1	3	RC CA = 0,05	N OL	0,225
N OL	1	4	1/3	1		OL 2	0,064

Custo de Transporte (CT)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL		Ranking de alternativas	
OL 1	1	5	3	4	$\omega_{CT} = [0,52 \ 0,07 \ 0,29 \ 0,12]$	OL 1	0,519
OL 2	1/5	1	1/5	1/2		OL 3	0,286
OL 3	1/3	5	1	3	RC CT = 0,08	N OL	0,121
N OL	1/4	2	1/3	1		OL 2	0,073

Custo de Implementação (CI)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL		Ranking de alternativas	
OL 1	1	1/2	1/3	8	$\omega_{CI} = [0,20 \ 0,29 \ 0,47 \ 0,04]$	OL 3	0,471
OL 2	2	1	1/2	7		OL 2	0,287
OL 3	3	2	1	8	RC CI = 0,07	OL 1	0,201
N OL	1/8	1/7	1/8	1		N OL	0,041

Outros Custos (OC)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL		Ranking de alternativas	
OL 1	1	1	1	1/2	$\omega_{OC} = [0,20 \ 0,17 \ 0,24 \ 0,39]$	N OL	0,394
OL 2	1	1	1/2	1/2		OL 3	0,239
OL 3	1	2	1	1/2	RC OC = 0,02	OL 1	0,197
N OL	2	2	2	1		OL 2	0,169

Gama de Serviços (GS)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL		Ranking de alternativas	
OL 1	1	1/4	3	2	$\omega_{GS} = [0,21 \ 0,57 \ 0,08 \ 0,14]$	OL 2	0,565
OL 2	4	1	5	4		OL 1	0,214
OL 3	1/3	1/5	1	1/2	RC GS = 0,06	N OL	0,137
N OL	1/2	1/4	2	1		OL 3	0,083

Equipamentos (EQ)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL
OL 1	1	1/2	4	1
OL 2	2	1	5	4
OL 3	1/4	1/5	1	1/4
N OL	1	1/4	4	1

$$\omega_{EQ} = [0,23 \ 0,50 \ 0,07 \ 0,20]$$

$$RC_{EQ} = 0,07$$

Ranking de alternativas	
OL 2	0,495
OL 1	0,234
N OL	0,202
OL 3	0,068

Sistemas de Informação (SI)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL
OL 1	1	1	3	1/2
OL 2	1	1	2	1/3
OL 3	1/3	1/2	1	1/7
N OL	2	3	7	1

$$\omega_{SI} = [0,22 \ 0,18 \ 0,08 \ 0,51]$$

$$RC_{SI} = 0,01$$

Ranking de alternativas	
N OL	0,513
OL 1	0,224
OL 2	0,184
OL 3	0,079

Experiência na Área (EA)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL
OL 1	1	3	1/3	4
OL 2	1/3	1	1/4	3
OL 3	3	4	1	6
N OL	1/4	1/3	1/6	1

$$\omega_{EA} = [0,26 \ 0,14 \ 0,53 \ 0,07]$$

$$RC_{EA} = 0,07$$

Ranking de alternativas	
OL 3	0,534
OL 1	0,264
OL 2	0,137
N OL	0,065

Reputação (RE)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL
OL 1	1	1/3	2	1
OL 2	3	1	5	1
OL 3	1/2	1/5	1	1/3
N OL	1	1	3	1

$$\omega_{RE} = [0,20 \ 0,42 \ 0,09 \ 0,29]$$

$$RC_{RE} = 0,04$$

Ranking de alternativas	
OL 2	0,424
N OL	0,287
OL 1	0,199
OL 3	0,090

Normas de Ambiente e Segurança (AS)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL
OL 1	1	1/2	4	1/2
OL 2	2	1	3	2
OL 3	1/4	1/3	1	1/3
N OL	2	1/2	3	1

$$\omega_{AS} = [0,22 \ 0,40 \ 0,09 \ 0,28]$$

$$RC_{AS} = 0,08$$

Ranking de alternativas	
OL 2	0,401
N OL	0,282
OL 1	0,225
OL 3	0,092

Normas de Qualidade (NQ)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL
OL 1	1	1/2	2	1/3
OL 2	2	1	3	1
OL 3	1/2	1/3	1	1/4
N OL	3	1	4	1

$$\omega_{NQ} = [0,16 \ 0,34 \ 0,10 \ 0,40]$$

$$RC_{NQ} = 0,01$$

Ranking de alternativas	
N OL	0,400
OL 2	0,337
OL 1	0,165
OL 3	0,098

Flexibilidade (FL)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL
OL 1	1	1	4	3
OL 2	1	1	3	2
OL 3	1/4	1/3	1	1/3
N OL	1/3	1/2	3	1

$$\omega_{FL} = [0,39 \ 0,33 \ 0,09 \ 0,18]$$

$$RC_{FL} = 0,04$$

Ranking de alternativas	
OL 1	0,394
OL 2	0,332
N OL	0,184
OL 3	0,089

Localização (LO)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL
OL 1	1	1	1/3	1/5
OL 2	1	1	1/2	1/5
OL 3	3	2	1	1/2
N OL	5	5	2	1

$$\omega_{LO} = [0,10 \ 0,11 \ 0,26 \ 0,53]$$

$$RC_{LO} = 0,01$$

Ranking de alternativas	
N OL	0,526
OL 3	0,262
OL 2	0,112
OL 1	0,101

Cobertura Geográfica (CG)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL
OL 1	1	1	5	3
OL 2	1	1	6	4
OL 3	1/5	1/6	1	1/2
N OL	1/3	1/4	2	1

$$\omega_{CG} = [0,38 \ 0,43 \ 0,07 \ 0,12]$$

$$RC_{CG} = 0,01$$

Ranking de alternativas	
OL 2	0,427
OL 1	0,380
N OL	0,124
OL 3	0,069

Situação Financeira (SF)

	OL 1	OL 2	OL 3	N OL
OL 1	1	3	2	1
OL 2	1/3	1	1	1/2
OL 3	1/2	1	1	1
N OL	1	2	1	1

$$\omega_{SF} = [0,37 \ 0,15 \ 0,20 \ 0,28]$$

$$RC_{SF} = 0,03$$

Ranking de alternativas	
OL 1	0,367
N OL	0,281
OL 3	0,201
OL 2	0,151